



TUGAS AKHIR - SF 141501

**ANALISIS KEBISINGAN DAN REKOMENDASI
RANCANGAN PARTISI DALAM PENCAPAIAN
STANDAR NOISE CRITERIA BANGUNAN
PEMUKIMAN DI RUMAH SUSUN URIP
SUMOHARJO SURABAYA**

**AYU SHOLAH
NRP 1111 100 043**

**Dosen Pembimbing I
Dr. Melania Suweni Muntini, MT.**

**Dosen Pembimbing II
Susilo Indrawati, M.Si**

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



TUGAS AKHIR - SF 141501

**ANALISIS KEBISINGAN DAN REKOMENDASI
RANCANGAN PARTISI DALAM PENCAPAIAN
STANDAR *NOISE CRITERIA* BANGUNAN
PEMUKIMAN DI RUMAH SUSUN URIP
SUMOHARJO SURABAYA**

**AYU SHOLAH
NRP 1111 100 043**

**Dosen Pembimbing I
Dr. Melania Suweni Muntini, MT.**

**Dosen Pembimbing II
Susilo Indrawati, M.Si**

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - SF 141501

**NOISE ANALYSIS AND PARTITION DESIGN
RECOMMENDATION IN ACHIEVING NOISE
CRITERIA STANDARD OF RESIDENTIAL
BUILDING IN URIP SUMOHARJO SURABAYA
FLATS**

**AYU SHOLAH
NRP 1111 100 043**

**Advisor I
Dr. Melania Suweni Muntini, MT.**

**Advisor II
Susilo Indrawati, M.Si**

**Department of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Science
Sepuluh Nopember Institut of Technology
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - SF 141501

**NOISE ANALYSIS AND PARTITION DESIGN
RECOMMENDATION IN ACHIEVING NOISE
CRITERIA STANDARD OF RESIDENTIAL
BUILDING IN URIP SUMOHARJO SURABAYA
FLATS**

**AYU SHOLAH
NRP 1111 100 004**

**Advisor I
Dr. Melania Suweni Muntini, MT.**

**Advisor II
Susilo Indrawati, M.Si**

**Department of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Science
Sepuluh Nopember Institut of Technology
Surabaya 2015**

**ANALISIS KEBISINGAN DAN REKOMENDASI
RANCANGAN PARTISI DALAM PENCAPAIAN
STANDAR *NOISE CRITERIA* BANGUNAN
PEMUKIMAN DI RUMAH SUSUN URIP
SUMOHARJO SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Fisika Instrumentasi Akustik
Program Studi S-1 Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

AYU SHOLAH
NRP 1111100043

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir
Surabaya, Juli 2015

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Melania Suweni Muntini, MT
NIP. 19641229 199002 2 001



Susilo Indrawati, M.Si
NIP. 1100201301001



”Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISIS KEBISINGAN DAN REKOMENDASI RANCANGAN PARTISI DALAM PENCAPAIAN STANDAR *NOISE CRITERIA* BANGUNAN PEMUKIMAN DI RUMAH SUSUN URIP SUMOHARJO SURABAYA

Nama : Ayu Sholah
NRP : 1111100043
Jurusan : Fisika, FMIPA-ITS
Pembimbing I : Dr. Melania Suweni Muntini, MT
Pembimbing II : Susilo Indrawati, M.Si

Abstrak

Penelitian tentang kebisingan dan rekomendasi rancangan partisi dalam pencapaian standar *noise criteria* bangunan pemukiman di rumah susun urip sumoharjo Surabaya dilakukan untuk mengetahui distribusi kebisingan, nilai *noise criteria* ruang, serta pengaruh penambahan bahan uji pada nilai *noise reduction* dan *noise criteria*. Penelitian dilakukan dengan pengukuran distribusi kebisingan, *noise criteria* dan *noise reduction* ruang sebelum dan setelah penambahan bahan uji, serta perhitungan *transmission loss* dalam perancangan dinding muka. Bahan yang digunakan adalah gorden dengan bahan *cotton* 100 % tebal 0,1 cm. Dari hasil pengukuran dan analisis didapatkan bahwa kondisi bising paling tinggi yaitu $89 \pm 3,41$ dBA diperoleh di lantai 4 pada malam hari. Nilai *noise criteria* yang didapat tidak memenuhi standar yaitu, NC 61-69 untuk daerah ruang tamu, NC 61-67 untuk daerah tempat tidur, serta NC 61-64 untuk daerah dapur dan kamar mandi. Pengaruh bahan uji (gorden) terhadap *noise reduction* sebesar 4-13 dBA dan pada *noise criteria* sebesar 1-3 dBA atau setara dengan kenaikan kualitas sebesar 2 NC.

Kata kunci : kebisingan, *noise criteria*, *noise reduction*, *sound pressure level (SPL)*, *transmission loss*

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

**NOISE ANALYSIS AND PARTITION DESIGN
RECOMMENDATION IN ACHIEVING NOISE CRITERIA
STANDARD OF RESIDENTIAL BUILDING IN URIP
SUMOHARJO SURABAYA FLATS**

Name : Ayu Sholah
NRP : 1111100043
Major : Physics, FMIPA-ITS
Advisor I : Dr. Melania Suweni Muntini, MT
Advisor II : Susilo Indrawati, M.Si

Abstract

Research on noise and partition design recommendation in achieving noise criteria standard of residential building in Urip Sumoharjo Surabaya flats was conducted to determine noise distribution, noise criteria, and the effect of materials adding on the value of noise reduction and noise criteria. The research was conducted by measuring the noise distribution, noise criteria, and noise reduction before and after the addition of material, and also the transmission loss calculation of the wall. The material used in the research was curtain with 100% cotton and 0,1 cm thick. From the measurement and analysis result, it was found that the highest condition was on the 4th floor flats at night with the value of $89 \pm 3,41$ dBA. The value of noise criteria are as followed, NC 61-69 in living room area, NC 61-67 in bed area, and NC 61-64 in kitchen area, which are not in accordance with the standard. However, the effect of material (curtain) on noise reduction are ranging between 4-13 dBA, and on the noise criteria are between 1-3 dBA, which are equivalent to a quality improvement as much as 2 NC.

Keywords : noise, noise criteria, noise reduction, sound pressure level (SPL), transmission loss

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kebisingan dan Rekomendasi Rancangan Partisi dalam Pencapaian Standar *Noise Criteria* Bangunan Pemukiman di Rumah Susun Urip Sumoharjo Surabaya”. Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang membantu dalam proses hingga penyusunan laporan Tugas Akhir,

1. Kedua orang tua tercinta serta seluruh keluarga atas segala do’a, dukungan baik moril, materiil, dan pengertiannya yang besar pada penulis.
2. Ibu Dr. Melania Suweni Muntini, M.T dan Ibu Susilo Indrawati, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah membagi pengalaman serta memberikan pengarahan dan pengetahuan selama proses penelitian hingga penyusunan laporan.
3. Bapak Drs. Yoyok Cahyono, M.Si dan Bapak Drs. Bachtera Indarto, M.Sc selaku dosen penguji yang banyak memberikan kritik dan saran yang sangat membangun bagi penulis selama sidang serta penyelesaian laporan akhir.
4. Bapak Prof. Suminar Pratapa sebagai dosen wali yang selalu memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik kepada penulis.
5. Kepada Nanang Firdaus, yang setia dalam memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi yang luar biasa.
6. Kepada Bapak Andrew, Anggrek Interior, atas sumbangsih bahan gorden sehingga memudahkan penulis dalam penelitian. Terima kasih banyak Pak.
7. Kepada Bapak dan Ibu RW Rumah Susun Urip Sumoharjo Surabaya, Bu Elvi dan keluarga, yang telah menyediakan

banyak waktu dan tempat untuk penelitian yang dilakukan penulis.

8. Kepada teman-teman bidang akustik Tri Sujarwanto, Margiasih Putri Liana, Aziz Nugroho, Adis Prasetyo, Dita Aulia A, Gita Dwi Prastiwi, dan Mudito Tejo yang telah banyak membantu penulis selama penelitian.
9. Kepada teman, Maria Fransisca G, Humaatul Islam dan gengs, yang sudah menjadi teman selama di kampus.
10. Keluarga Kastrat dan SC Kaderisasi, Nadhilah Savetri, Afidah Zuroida, Wahyu Indayani, Rijalul Fikri, Shofiyatun, Sholeh Anshori S, Aveni C, atas semua diskusi seru yang pernah kita lakukan.
11. Segenap teman-teman Fisika Foton 2011 atas kehadirannya dalam hidup penulis sehingga menjadi berwarna.
12. Segenap keluarga BEM ITS dan Kementerian Kaderisasi Kebangsaan yang selalu memberikan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari pembaca guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak, baik kepada pihak yang telah memberikan sumbangsih bantuan, masyarakat, dan terutama untuk penelitian selanjutnya.

Surabaya, Juli 2015

Penulis
ayusholah@gmail.com

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
COVER PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bunyi	5
2.2 <i>Noise</i> atau Kebisingan.....	6
2.2.1 Jenis Kebisingan.....	6
2.2.2 Dampak Kebisingan	7
2.3 <i>Noise Criteria</i>	9
2.4 Pengujian Isolasi Bunyi.....	12
2.4.1 <i>Transmission Loss</i> (TL).....	12
2.4.2 <i>Noise Reduction</i> (NR).....	14
2.4.3 <i>Insertion Loss</i> (IL).....	15
2.5 Penanggulangan Kebisingan	16
2.6 Insulasi Bunyi.....	17
BAB III METODOLOGI	19

3.1 Tahap-tahap Penelitian	19
3.2 Studi Literatur.....	20
3.3 Observasi Awal dan Persiapan	20
3.4 Pengukuran dan Perhitungan	21
3.4.1 Pengambilan Data Distribusi Kebisingan	21
3.4.2 Pengambilan Data <i>Noise Criteria</i> (NC).....	23
3.4.3 Pengambilan Data <i>Noise Reduction</i> (NR).....	25
3.5 Pengambilan Data Pengaruh Bahan Uji Terhadap NR dan NC.....	26
3.6 Perhitungan Perancangan Dinding Muka.....	28
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Pengukuran Awal	31
4.1.1 Distribusi Kebisingan Rumah Susun	31
4.2 Pengukuran dan Perhitungan	36
4.2.1 <i>Noise Criteria</i> (NC) Ruang Kamar	36
4.2.2 <i>Noise Reduction</i> (NR) Dinding Muka Ruang dan Analisis Kebocoran	39
4.3 Data Pengukuran Setelah Penggunaan Bahan	44
4.3.1 <i>Noise Reduction</i> (NR) Elemen Dinding Muka Ruang.....	45
4.3.2 <i>Noise Criteria</i> (NC) Ruang Kamar	48
4.4 Perhitungan Optimalisasi <i>Transmission Loss</i> (TL) Dinding Muka.....	51
BAB V KESIMPULAN	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	61
BIOGRAFI PENULIS.....	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai ambang batas kebisingan lingkungan kerja.....	8
Tabel 2.2 Rekomendasi nilai <i>Noise Criteria</i> (NC) untuk fungsi tertentu.....	10
Tabel 2.3 Rekomendasi nilai <i>Noise Criteria</i> (NC) untuk tempat tidur dan ruang tamu.....	11
Tabel 2.4 Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 48 Tahun 1996.....	11
Tabel 4.1 Nilai NC pada ruang dengan beberapa variasi tirai dan bukaan	38
Tabel 4.2 Perbandingan nilai NC pada ruang dan NC rekomendasi	39
Tabel 4.3 Nilai selisih NR pada jendela dengan dan tanpa pemasangan gorden.....	47
Tabel 4.4 Nilai NC pada ruang dengan beberapa variasi gorden dan bukaan.....	50
Tabel 4.5 Perbandingan nilai NC pada ruang setelah dan sebelum pemasangan gorden.....	50
Tabel 4.6 Perhitungan <i>transmission loss</i> (TL) dinding muka awal	52
Tabel 4.7 Perhitungan <i>transmission loss</i> (TL) dinding muka rekomendasi	54

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva <i>Noise Criteria</i>	10
Gambar 2.2 <i>Transmisi</i> bunyi lewat partisi	13
Gambar 2.3 Pengaruh bunyi ketika mengenai penghalang	17
Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian.....	19
Gambar 3.2 Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian.	20
Gambar 3.3 Denah pengukuran distribusi kebisingan.....	22
Gambar 3.4 Rangkaian peralatan pengukuran distribusi kebisingan	23
Gambar 3.5 (a) Denah pengukuran <i>noise criteria</i> (b) Pengukuran <i>noise criteria</i> ruang di titik 1	24
Gambar 3.6 Denah titik pengukuran <i>noise reduction</i> tampak depan	25
Gambar 3.7 Rangkaian peralatan pengukuran <i>noise reduction</i>	26
Gambar 3.8 Denah titik pengukuran <i>noise reduction</i> setelah penambahan bahan gorden.....	27
Gambar 3.9 Pengukuran <i>noise criteria</i> dengan variasi penggunaan gorden.....	28
Gambar 3.10 Denah ukuran dinding muka ruang.	29
Gambar 4.1 Grafik perbandingan SPL pada waktu pagi, siang, dan malam	32
Gambar 4.2 Grafik distribusi kebisingan pada beberapa titik yaitu trotoar, <i>food court</i> , dan rusun lantai 1-4	35
Gambar 4.3 Kurva NC pada titik 1 dengan beberapa variasi kondisi tirai dan bukaan	37
Gambar 4.4 Grafik NR dinding muka pada frekuensi 1000 Hz.	40
Gambar 4.5 Grafik NR dinding muka pada semua frekuensi.....	41
Gambar 4.6 Kontur kebocoran pada dinding muka.....	42
Gambar 4.7 Grafik NR pada kayu, kaca, dan tembok.....	43
Gambar 4.8 Detail gorden yang digunakan pada penelitian.....	45
Gambar 4.9 Grafik NR jendela dengan gorden pada frekuensi 1000 Hz.	46
Gambar 4.10 Grafik NR jendela dengan gorden pada all frekuensi.....	46

Gambar 4.11 Kurva NC pada titik 1 dengan beberapa variasi
kondisi gorden dan bukaan.....49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebisingan yang terjadi di kehidupan sehari-hari umumnya berasal dari industri, kereta api, pesawat terbang, dan lalu lintas jalan raya. Namun dewasa ini, jalan raya adalah sumber utama kebisingan. Hal ini dikarenakan kebisingan dari jalan raya memiliki dampak yang menyeluruh, sementara yang lain hanya bersifat lokal yang artinya hanya pada daerah-daerah tertentu. Manusia, baik yang beraktifitas di luar maupun di dalam bangunan pada area yang berdekatan dengan jalan raya, sangatlah potensial menjadi korban kebisingan. Sementara itu, perkembangan yang terjadi menunjukkan bahwa kebisingan yang dihasilkan kendaraan bermotor terus meningkat dan kian lama kian parah. Pada kenyataannya, dengan semakin bertambahnya pemakaian kendaraan bermotor, tingkat kebisingan di tepi jalan raya di beberapa kota besar di Indonesia umumnya mendekati 70 hingga 80 dBA.

Oleh karena itu, sudah semestinya bangunan didesain sedemikian rupa agar mampu mengurangi masuknya kebisingan yang tidak dikehendaki. Sehingga desain akustik menjadi penting, tidak hanya pada bangunan yang membutuhkan penyelesaian akustik dengan cermat seperti ruang pertemuan atau studio musik, tetapi juga bangunan yang menjadi tempat manusia menghabiskan sebagian besar waktunya, seperti rumah tempat tinggal.

Faktor-faktor yang memengaruhi akustik pada bangunan dikarenakan adanya kecenderungan penggantian konstruksi bangunan yang lazimnya berat dan tebal dengan bahan pengganti yang relatif lebih ringan, tipis dan bersifat *prefabricated*, pemilihan lokasi yang kurang tepat, serta tidak memperhatikannya segi akustik bangunan. Sama halnya dengan yang dikemukakan Schaudinisky bahwa apabila lokasi bangunan berada di tepi jalan besar yang sangat padat, bangunan sebaiknya

diletakkan dengan sisi lebar menghadap jalan, sedangkan sisi yang tidak menghadap jalan didesain untuk bukaan jendela. Namun pada kenyataannya, terkadang peletakan bangunan di desain dengan pertimbangan iklim maupun pertimbangan lain, sedangkan pertimbangan dari segi akustik dikesampingkan.

Pernyataan yang diberikan oleh Schaudinisky diatas, ternyata sering kali tidak sesuai dengan kenyataan desain bangunan, terutama bangunan tempat tinggal pada umumnya. Tidak sedikit bangunan-bangunan umum yang berada di pinggir jalan raya dengan tingkat kebisingan yang cukup tinggi, namun peletakan ventilasi menghadap langsung ke arah sumber kebisingan jalan raya. Maka permasalahan kebisingan yang dialami bangunan ini akan menjadi sangat krusial saat bangunan tersebut membutuhkan pengendalian kebisingan namun struktur, material, dan desain bangunan tidak dapat menahan bising tersebut.

Hal ini pula yang dialami bangunan Rumah Susun Urip Sumaharjo, yang dikelola oleh Pemerintah Kota Surabaya. Pembangunan rumah susun berdasarkan pasal 3 UU No. 1 Tahun 2011, yakni Perumahan dan permukiman diselenggarakan salah satunya untuk “menjamin terwujudnya rumah yang layak huni dan terjangkau dalam lingkungan yang sehat, aman, serasi, teratur, terencana, terpadu, dan berkelanjutan. Sehingga perlu dilakukan tindakan lanjutan dengan menggunakan konsep akustik ruang sebagai upaya penanggulangan kebisingan agar rumah susun tersebut dapat berfungsi secara optimal sebagaimana mestinya.

1.2 Rumusan Permasalahan

Rumusan masalah yang ada pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana distribusi kebisingan yang ada pada Rumah Susun Urip Sumoharjo.

2. Berapa nilai *Noise Criteria* (NC) pada ruang bangunan rumah susun dan penyesuaiannya terhadap standar *Noise Criteria* (NC) bangunan pemukiman.
3. Bagaimana mengoptimalkan dinding muka agar mampu mengurangi kebisingan yang masuk ke dalam ruangan secara maksimal.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Bagian rumah susun yang akan diteliti adalah pada Rumah Susun Urip Sumoharjo Blok A yang memiliki bukaan ruang kamar menghadap langsung ke arah jalan raya.
2. Pada pengukuran distribusi kebisingan, pengukuran dilakukan di 3 waktu yaitu, pagi (7.30 WIB), siang (12.30 WIB), dan malam (20.30 WIB).
3. Untuk pengukuran *noise criteria*, hanya dilakukan di salah satu ruang kamar pada hari efektif kerja yaitu Hari Senin-Kamis dengan kondisi cuaca cerah (tidak hujan).
4. Pengukuran *noise criteria* hanya pada satu waktu dan tempat yang paling mendapat bising.
5. Dinding yang akan dilakukan pengujian kebocoran dan penambahan bahan adalah dinding bagian muka yang menghadap ke arah jalan raya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui distribusi kebisingan pada Rumah Susun Urip Sumoharjo.
2. Mengetahui nilai *Noise Criteria* (NC) ruang pada Rumah Susun Urip Sumoharjo.
3. Mengetahui pengaruh penambahan bahan uji pada nilai *noise reduction* (NR) dinding muka dan *noise criteria* (NC) ruang.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat yang akan didapat dari penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Mengetahui nilai *noise criteria* (NC) di pemukiman rumah susun Urip Sumoharjo serta perbandingannya terhadap standar NC.
2. Mengetahui tingkat kebocoran pada dinding muka sehingga dapat menentukan material yang tepat untuk diaplikasikan agar dapat mencapai standar *Noise Criteria* (NC).

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan tugas akhir ini, tersusun dalam lima bab yaitu :

Bab 1: Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, serta tujuan dan manfaat tugas akhir.

Bab 2: Tinjauan Pustaka

Berisi teori dan kajian yang menunjang penelitian serta analisis pada tugas akhir.

Bab 3: Metodologi Penelitian

Berisi tentang metode dan tahap pengambilan data.

Bab 4: Analisis Data dan Pembahasan

Berupa hasil data yang diperoleh, serta analisis yang dilakukan.

Bab 5: Kesimpulan

Berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bunyi

Secara fisis bunyi adalah penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastik seperti udara. Secara fisiologis, bunyi adalah sensasi pendengaran yang disebabkan penyimpangan fisis akibat penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastik. Kebanyakan bunyi terdiri dari banyak frekuensi, yaitu komponen-komponen frekuensi rendah, tengah, dan medium. Namun telinga manusia lebih peka terhadap bunyi dalam jangkauan antara 400 – 5000 Hz.

Telinga manusia dapat mendengar tekanan bunyi berfrekuensi 1000 Hz sebesar 20 μ Pa sampai sekitar 100 Pa. Karena jangkauan tekanan bunyi yang lebar dan respon telinga manusia terhadap rangsangan tekanan bunyi yang tidak linear, maka digunakan besaran dengan skala logaritmik yaitu Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) atau *Sound Pressure Level* (SPL) dengan satuan *decibel* (dB). SPL secara sistematis diberikan dengan persamaan berikut,

$$\text{SPL} = 20 \text{ Log } (P/P_{ac}) \dots\dots\dots (2.1)$$

atau

$$\text{SPL} = 10 \text{ Log } (P^2/P_{ac}^2) \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana,

- | | | |
|-----------------|---|------|
| SPL | : Tingkat tekanan bunyi | (dB) |
| P | : Tekanan bunyi yang diukur | (Pa) |
| P _{ac} | : Tekanan bunyi acuan 2.10 ⁻⁵ Pa, yang merupakan tekanan bunyi terlemah pada frekuensi 1000 Hz yang masih dapat didengar oleh telinga manusia secara umum. | |

2.2 *Noise* atau Kebisingan

Noise atau kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga menimbulkan gangguan kenyamanan bahkan kesehatan manusia. *Noise* bersifat objektif, sehingga batasan *noise* bagi orang yang satu bisa saja berbeda dengan batasan *noise* bagi orang yang lain. Namun demikian, ada jenis bunyi yang dianggap *noise* bagi kebanyakan orang yaitu bunyi keras yang muncul mendadak, bunyi keras yang muncul terus-menerus, bunyi yang mengalihkan perhatian, mengganggu, ataupun berbahaya bagi aktivitas ataupun kesehatan. Dalam *noise* dikenal istilah *noise*, *background noise* (*noise* latar belakang), dan *ambient noise* (*noise* ambien) yang merupakan total kebisingan yang terjadi pada suatu area, yakni hasil kompilasi kebisingan yang sumbernya dekat maupun jauh.

2.2.1 Jenis Kebisingan

Berdasarkan asal sumber, kebisingan dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) macam kebisingan, yaitu:

1. Kebisingan *impulsive*, yaitu kebisingan yang datangnya tidak secara terus menerus, akan tetapi sepotong-sepotong. Misalnya, kebisingan yang datang dari suara palu yang dipukulkan, dan kebisingan yang datang dari mesin pemancang tiang pancang.
2. Kebisingan kontinyu, yaitu kebisingan yang datang secara terus menerus dalam waktu yang cukup lama. Misalnya, kebisingan yang datang dari suara mesin yang dijalankan (dihidupkan).
3. Kebisingan semi kontinyu, yaitu kebisingan kontinyu yang hanya sekejap, kemudian hilang dan mungkin akan datang lagi. Misalnya suara mobil atau pesawat terbang yang sedang lewat.

Berdasarkan mekanisme perambatan, kebisingan diklasifikasikan menjadi 2 (dua) macam, yaitu:

- *Airborne sound*, adalah perambatan gelombang bunyi melalui medium udara. Model perambatan semacam ini akan sangat mudah masuk ke dalam bangunan jika terdapat lubang, celah, atau retak pada elemen bangunan, terutama pada elemen vertikal seperti dinding. Bunyi yang merambat secara *airborne* dapat berubah menjadi *structureborne* ketika terjadi resonansi pada elemen bangunan yang disebabkan oleh dua kemungkinan, yaitu kalau elemen bangunan memiliki frekuensi yang sama atau hampir sama dengan frekuensi bunyi yang merambat atau kalau sumber bunyi memiliki frekuensi amat rendah yang memiliki getaran sangat hebat. Resonansi yang hebat memungkinkan perambatan berubah lagi secara *airborne*.
- *Structureborne sound*, adalah istilah yang secara umum dipakai untuk proses perambatan bunyi melalui benda padat. Perambatan melalui elemen bangunan umumnya terjadi ketika sumber kebisingan menempel atau sangat berdekatan dengan elemen tersebut. Namun, karena umumnya tetap ada jarak yang cukup antara bangunan dengan jalan, maka perambatan melalui dinding secara langsung amat sangat jarang terjadi. Dalam keadaan tertentu, bisa saja terdengar getaran yang hebat pada elemen bangunan (terutama yang tipis, seperti kaca jendela) saat ada kendaraan melintas. Sesungguhnya yang terjadi adalah perambatan secara *airborne* yang kemudian menjadi *structureborne sound*.

2.2.2 Dampak Kebisingan

Kebisingan yang mengganggu lingkungan habitat manusia akan dapat memberikan dampak yang merugikan manusia itu sendiri, baik secara fisiologis maupun psikologis. Dikemukakan pula bahwa pengaruh kebisingan terhadap manusia tergantung pada karakter fisis, waktu berlangsung, dan waktu

kejadiannya. Bentuk gangguan yang diakibatkan kebisingan antara lain gangguan pendengaran dan gangguan percakapan.

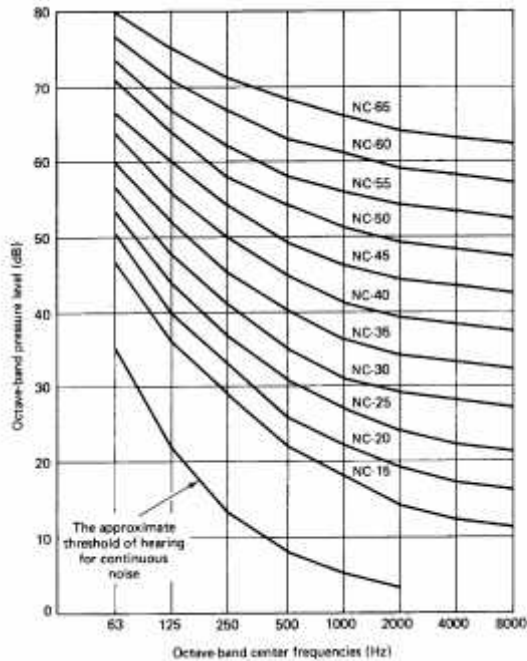
Tabel 2.1 Nilai ambang batas kebisingan lingkungan kerja

Waktu pemajanan per hari		Intensitas Kebisingan (dBA)
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

Tabel 2.1 diatas menunjukkan aturan pemerintah mengenai waktu maksimum paparan kebisingan di lingkungan kerja melalui Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja.

2.3. *Noise Criteria*

Noise latar belakang adalah bunyi di sekitar kita yang muncul secara tetap dan stabil pada tingkat tertentu, tanpa adanya sumber *noise* yang muncul secara menonjol. *Noise* latar belakang yang nyaman berada pada tingkat kekerasan yang tidak melebihi 40 dB. Selain ditentukan oleh tingkat kebisingan (dB), tingkat gangguan *noise* latar belakang juga ditentukan oleh frekuensi bunyi yang muncul. Oleh karenanya, kedua faktor itu kemudian dipertimbangkan bersama dalam sebuah pengukuran yang disebut *Noise Criteria* (NC). Sebagaimana pada Gambar 2.1, semua kurva menunjukkan tingkat ketenggangan telinga manusia pada bunyi multi frekuensi yang menjadi *noise* latar belakang. Selain itu, dari gambar tersebut dapat dipelajari bahwa meski setiap kurva mewakili nilai NC tertentu, namun pada frekuensi tinggi secara umum nilai SPL-nya rendah atau menurun. Hal ini menunjukkan bahwa telinga manusia lebih nyaman (tidak merasa sakit) mendengar bunyi berfrekuensi rendah daripada bunyi berfrekuensi tinggi. Spektrum bunyi yang dikeluarkan oleh objek yang menghasilkan *noise* latar belakang idealnya persis seperti tergambar, untuk mencegah ketidaknyamanan. Pergeseran bentuk kurva dimungkinkan pada posisi sebanyak-banyaknya lebih tinggi 3 dB pada salah satu atau dua frekuensi seperti tercantum asalkan dua sampai empat frekuensi yang lain lebih rendah 3 dB dari kurva tergambar.



Gambar 2.1 Kurva *Noise Criteria*

Pada masing-masing fungsi ruang dan bangunan juga memiliki standar rekomendasi NC. Rekomendasi ini disesuaikan dengan tingkat kebisingan yang masih dapat ditolerir oleh pengguna ruang. Standar NC rekomendasi dapat dilihat pada Tabel 2.2, Tabel 2.3, dan Tabel 2.4,

Tabel 2.2 Rekomendasi nilai *Noise Criteria* (NC) untuk fungsi tertentu

Fungsi Bangunan/Ruang	Nilai NC yang disarankan	Identik dengan tingkat kebisingan (dBA)
Rumah sakit, dan ruang	NC 20 – NC 30	30 s.d 40

tidur/istirahat pada rumah tinggal, apartemen, motel, hotel, dan ruang lain untuk istirahat/tidur		
Kantor dengan penggunaan ruang bersama, cafetaria, tempat olahraga, dan ruang lain dengan tingkat akustik cukup	NC 35 – NC 40	45 s.d 50
Dapur, ruang cuci, garasi pabrik, pertokoan	NC 45 – NC 55	55 s.d 65

Tabel 2.3 Rekomendasi nilai *Noise Criteria* (NC) untuk tempat tidur dan ruang tamu

Objek	NC
Kriteria dasar untuk ruang tamu	30
Kriteria dasar untuk tempat tidur	25
Koreksi:	
Bising selama jam kerja	+5
Pinggir kota	0
Pemukiman	+5
Pemukiman dekat industri	+10
Daerah Industri	+15

Tabel 2.4 Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 48 Tahun 1996

No.	Jenis Kawasan	Tingkat Kebisingan (dBA)
1.	Perumahan dan Permukiman	55
2.	Perdagangan dan Jasa	70
3.	Perkantoran dan Perdagangan	65
4.	Ruang Terbuka Hijau	50
5.	Industri	60

6.	Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7.	Rekreasi	70
8.	Stasiun Kereta Api dan Terminal	60
9.	Pelabuhan Laut	70
10.	Rumah Sakit, Sekolah, Tempat Ibadah	55

Rekomendasi nilai NC berbeda-beda untuk masing-masing referensi, bergantung pada kondisi lingkungan dan factor subyektivitas pendengaran manusia yang berbeda-beda di tiap pengukuran. Sehingga standar NC yang dipakai harus disesuaikan dengan kondisi pengukuran pada penelitian. Untuk penelitian yang dilakukan di Indonesia sebaiknya digunakan rekomendasi NC yang dikeluarkan oleh pemerintah berupa peraturan perundangan, ketetapan, dan sebagainya.

2.4. Pengujian Isolasi Bunyi

bunyi yang mengenai suatu benda akan dapat mengalami beberapa respon seperti, refleksi (pemantulan), absorpsi (penyerapan), dan transmisi (diteruskan). Kemampuan masing-masing material dalam respon tersebut berbeda-beda sesuai dengan karakteristik yang dimiliki. Pada suatu ruang untuk mengetahui kualitas partisi dalam mengisolasi bunyi dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu *transmission loss* (TL), *noise reduction* (NR), dan *Insertion Loss* (IL).

2.4.1 *Transmission Loss* (TL)

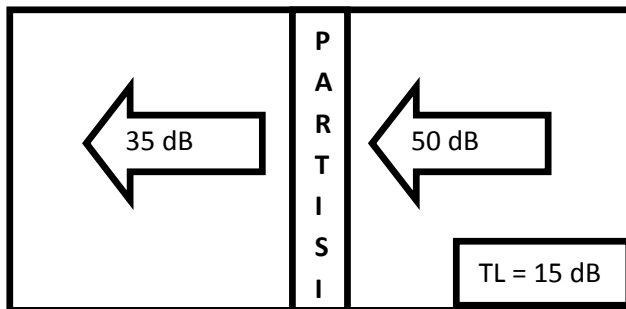
Transmission loss (TL) adalah kemampuan bahan untuk tidak meneruskan bunyi atau mengisolasi bunyi dari suatu ruang sumber bunyi ke ruang penerima di sebelahnya. Oleh karena itu, untuk dapat mengisolasi bunyi dibutuhkan bahan yang memiliki TL tinggi. Jumlah energi yang ditransmisikan dikaitkan dengan

energi yang datang dan digambarkan oleh besaran koefisien transmisi yang didefinisikan sebagai berikut,

$$\tau = \frac{\text{energi bunyi yang ditransmisikan} \dots \dots \dots}{\text{energi bunyi yang datang}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Besarnya koefien transmisi (τ) berkisar 0 dan 1. Sebagai contoh, bahan dengan $\tau = 0,2$ akan mentransmisikan 20% energi bunyi yang melalui bahan tersebut. Jika $\tau = 0$ berarti tidak ada energi yang ditransmisikan atau bisa dikatakan terisolasi dan sebaliknya $\tau = 1$ berarti seluruh energi bunyi yang datang padanya akan ditransmisikan.

TL atau rugi transmisi bunyi menyatakan besarnya energi yang hilang karena gelombang bunyi melewati suatu partisi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Transmisi bunyi lewat partisi

Secara sederhana TL dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4,

$$TL = SPL_S - SPL_P + 10 \log(S/A) \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana:

TL = *Transmission loss* suatu bahan (dB)

SPL_S = Tingkat tekanan bunyi pada ruang sumber (dB)

- SPL_p = Tingkat tekanan bunyi pada ruang penerima (dB)
 S = Luas permukaan ruang penerima (m^2)
 A = Penyerapan ruang total (sabine. m^2)

TL juga dapat dinyatakan dalam decibel dengan hubungan antara dengan TL, yang dituliskan dengan persamaan 2.5,

$$TL = 10 \log (1/\tau) \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana merupakan koefisien transmisi.

Selain itu, suatu partisi komposit atau partisi yang terdiri dari beberapa material, nilai koefisien transmisi dapat dihitung dengan persamaan 2.6,

$$\tau = \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2}{A_{total}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Partisi komposit yang dimaksud adalah sebuah partisi yang terdiri atas lebih dari satu jenis elemen. Misalnya suatu dinding yang terdiri dari tembok dan pintu. Hal ini sangat penting karena beberapa elemen pada satu dinding, nilai TL masing-masing bahan tersebut tidak dapat hanya sekadar dijumlahkan untuk menentukan TL total partisi. Pada kenyatannya nilai TL yang kecil justru akan menurunkan performa material TL yang besar pada partisi komposit, dan sebaliknya.

2.4.2 Noise Reduction (NR)

Noise Reduction (NR) adalah ukuran perbedaan tingkat 'disuatu sisi' dan 'di sisi berlawanan' perlakuan NR. *Noise Reduction* (NR) ruang misalnya, dapat didefinisikan sebagai perbedaan tingkat kebisingan di dalam dan di luar ruang, dan untuk peredam suara dalam sistem saluran itu adalah perbedaan

tingkat kebisingan pada kedua sisi peredam. Secara matematis, NR dinyatakan dalam persamaan 2.7,

$$NR = L_1 - L_2 \dots \dots \dots (2.7)$$

atau

$$NR = TL + 10 \log (A_2/S) \dots \dots \dots (2.8)$$

dimana:

- L_1 = Tingkat tekanan bunyi rata-rata diruang sumber (dB)
- L_2 = Tingkat tekanan bunyi rata-rata diruang penerima (dB)
- TL = *Transmission loss* (dB)
- A_2 = Penyerapan total ruang penerima, (sabin m^2)
- S = Luas partisi, ft persegi (m^2)

2.4.3 *Insertion Loss (IL)*

Besaran lain yang sering digunakan untuk menyatakan daya isolasi bahan adalah *Insertion loss (IL)*. Saat volume ruang sumber bunyi relatif lebih kecil dibandingkan dengan volume ruang pendengar, nilai TL partisi suatu bahan dapat ditentukan oleh besaran yang lain yaitu rugi sisipan IL yang didefinisikan sebagai perbedaan tingkat tekanan bunyi di ruang pendengar pada saat sebelum dan sesudah partisi diberikan. Nilai rugi sisipan IL dapat ditentukan dengan persamaan 2.9,

$$IL = SPL_A - SPL_B \dots \dots \dots (2.9)$$

dimana:

- IL = *Insertion loss* (dB)
- SPL_A = Tingkat tekanan bunyi di ruang penerima (dB)
- SPL_B = Tingkat tekanan bunyi di ruang penerima setelah partisi (dB)

Secara sederhana dapat dikatakan bahwa IL adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan seberapa baik sebuah partisi mengurangi kebisingan bunyi.

2.5 Penanggulangan Kebisingan

Penanggulangan gangguan bunyi dapat dibagi dalam tiga cara yaitu, pada sumber bunyi itu sendiri, pada jalan-jalan yang dilalui bunyi, dan pada benda atau ruang yang harus dilindungi terhadap gangguan bunyi. Ketiganya menyangkut persoalan pencegahan atau pembatasan resonansi, peningkatan penyerapan bunyi yang timbul atau datang, penghalangan jalan-jalan bunyi oleh cara-cara berkonstruksi yang tepat, pemilihan dan atau pengaturan daerah sekeliling secara betul, serta perencanaan denah bangunan yang lebih baik.

1. Pengendalian kebisingan pada sumber bunyi

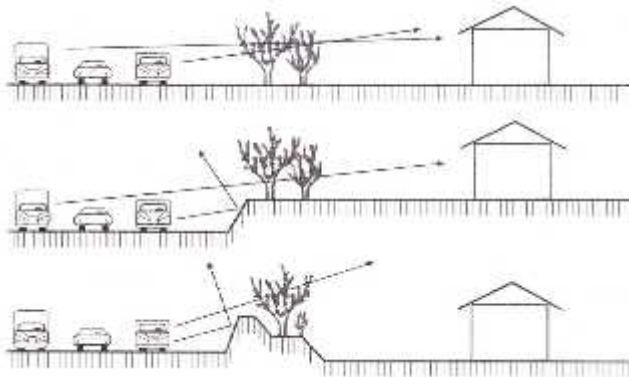
Pengendalian kebisingan pada sumbernya dapat dilakukan dengan memodifikasi mesin atau menempatkan peredam pada sumber getaran. Cara ini memerlukan penelitian yang intensif dan umumnya memerlukan biaya yang cukup tinggi untuk melakukan penelitiannya.

2. Pengendalian bising pada media rambatan

Bising dapat ditransmisikan melalui udara atau material lain yang setidaknya berfungsi sebagai insulasi dan absorpsi. Insulasi dapat dilakukan dengan cara menempatkan *barrier* antara sumber bunyi dan daerah yang akan dilindungi dari kebisingan, seperti pada Gambar 2.3. Absorpsi digunakan untuk melindungi objek dari yang ditempatkan pada tempat yang sama dengan sumber bunyi.

3. Pengendalian bising pada penerima

Ketika suatu kendali bunyi gagal melaksanakan tugasnya, selanjutnya dapat mengusahakan perlindungan terhadap manusia dengan memakai penutup telinga, penyumbat telinga dan alat perlindungan lainnya.



Gambar 2.3 Pengaruh bunyi ketika mengenai penghalang

Penanggulangan kebisingan juga akan sangat efektif bila dilakukan secara menyeluruh. Artinya kita tidak hanya memperhatikan elemen-elemen yang menempel atau berada pada bangunan, namun juga merancang ruang luar yang mampu menahan atau setidaknya mengurangi masuknya kebisingan dari jalan ke lahan bangunan yang dimaksud. Adapun langkah-langkah perancangan akustik luar ruangan yang dapat ditempuh adalah:

1. Menciptakan jarak sejauh mungkin antara dinding muka bangunan dengan jalan pada lahan yang tersedia melalui siasat penataan (*layout*) bangunan.
2. Menempatkan elemen terbuka tidak secara langsung menghadap ke jalan.
3. Mendirikan penghalang untuk menahan atau mengurangi merambatnya kebisingan dari jalan ke lahan bangunan.
4. Memilih material dinding muka bangunan dengan kombinasi elemen desain yang memberikan nilai insulasi tinggi.

2.6 Insulasi Bunyi

Cara yang paling tepat untuk menanggulangi kebisingan adalah dengan cara insulasi. Prinsip ini merupakan penggabungan dari refleksi, absorpsi, dan peredaman getaran yang mengikuti

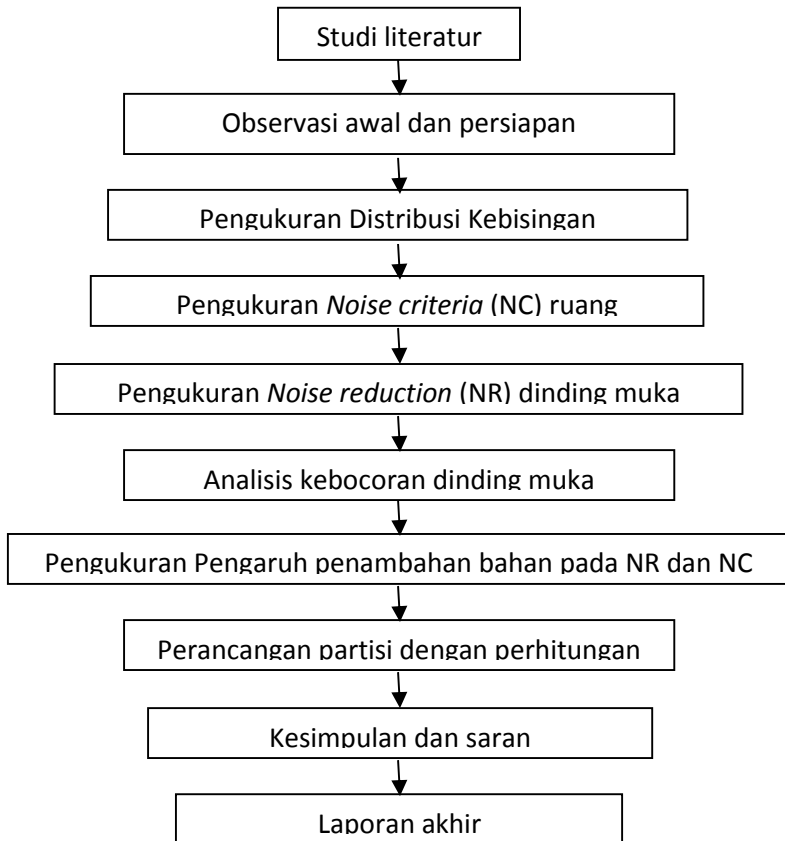
kebisingan. Insulasi sangat baik diterapkan untuk mengatasi kebisingan yang merambat secara *airborne* maupun *structureborne*. Objek yang akan bertugas sebagai insulator harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Berat: objek yang terbuat dari material berat akan menjadi insulator yang lebih baik dibandingkan dengan objek yang terbuat dari material ringan, sebab material berat mampu meredam getaran yang menyimpannya berkat beratnya sendiri.
- b. Keutuhan material: objek yang terbuat dari material utuh tanpa cacat akan memberikan tingkat insulasi yang lebih baik. Keutuhan material bergantung pada kerapatan bahan (dalam artian tidak ada celah atau retak) dan keseragaman material atau homogenitas. Objek yang terbuat dari material yang homogeni akan memiliki tingkat insulasi yang tetap dan stabil. Bila material tersebut kemudian dikombinasikan dengan material lain yang lebih ringan dan tipis, nilai insulasi material yang tebal dan berat akan menurun.
- c. Elastisitas: material yang memiliki elastisitas tinggi akan menjadi insulator yang lebih baik dibandingkan dengan material yang kaku. Elastisitas akan mengurangi timbulnya resonansi. Namun material ini memiliki kelemahan, yaitu kurang cocok dipakai sebagai konstruksi bangunan yang kuat.
- d. Prinsip isolasi: prinsip isolasi sangat bermanfaat untuk memperoleh tingkat insulasi yang tinggi. Prinsip ini diperoleh dengan cara menggunakan diskontinuitas struktur dan elemen ganda, seperti pemakaian dinding dan lantai ganda serta plafon gantung. Prinsip diskontinuitas juga dapat diterapkan dengan jalan memasang *sealant* (gel untuk menutup celah, yang akan mengering setelah dioleskan) pada celah-celah pertemuan dua material yang berbeda, misalnya pada pertemuan kusen jendela dan pintu dengan dinding.

BAB III METODOLOGI

3.1 Tahap-tahap Penelitian

Adapun tahapan penelitian dalam tugas akhir ini, yang ditampilkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut,



Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami dengan baik penelitian yang akan dilakukan dan mendukung proses pembuatan tugas akhir dari awal hingga penulisan laporan, baik dengan pengumpulan teori maupun referensi penelitian yang berhubungan untuk dijadikan acuan dalam melakukan analisis dari pengambilan data yang telah dilakukan selama penelitian. Sumber literatur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi buku-buku teks, artikel, jurnal ilmiah, serta internet.

3.3 Observasi Awal dan Persiapan

Observasi awal adalah sebuah tahapan dalam menentukan desain titik pengukuran dengan cara melakukan pengamatan langsung kondisi objek penelitian. Objek yang diamati yaitu rumah susun urip sumoharjo dan sekitarnya, serta mengumpulkan faktor-faktor yang memengaruhi kebisingan yang diterima oleh rusun. Dari proses observasi awal ini kemudian akan dilakukan pembuatan desain titik pengukuran, yaitu titik-titik pengambilan data selama penelitian.



Gambar 3.2 Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian

Kemudian dilakukan persiapan berupa penentuan dan posisi peletakan alat pada setiap pengambilan data dan titik ukurnya. Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada Gambar 3.2 antara lain:

1. PC yang berisi *software* YMEC (Yoshimasa Electronic).
2. *SLM (Sound Level Meter)* : berfungsi sebagai mikrofon yang menangkap bunyi di titik-titik pengukuran.
3. Kalibrator : berfungsi untuk mengkalibrasi SLM.
4. *Soundcard* : berfungsi sebagai penghubung antara SLM dan *speaker* pada PC.
5. *Amplifier* : berfungsi sebagai penguat bunyi yang dikeluarkan dari PC sebelum masuk ke dalam *speaker*.
6. *Speaker* : berfungsi mengeluarkan bunyi yang berasal dari PC setelah dikuatkan oleh *amplifier*.
7. Tripod : berfungsi sebagai penyangga SLM agar berada pada posisi tinggi yang diinginkan.
8. Kabel : berfungsi sebagai penghubung antar alat.
9. Meteran : berfungsi sebagai alat ukur panjang pada ruang.
10. Bahan uji penambahan : sebagai variabel untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan terhadap nilai *noise reduction* dan *noise criteria*, dalam penelitian ini adalah gorden.

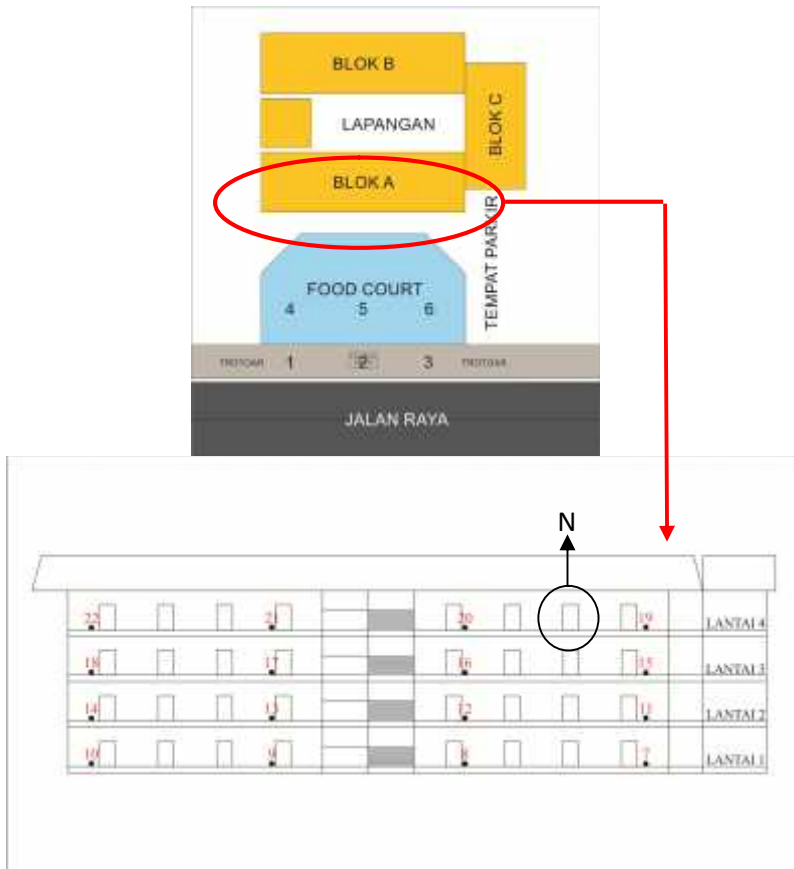
3.4 Pengukuran dan Perhitungan

Pada penelitian ini, pengukuran yang dilakukan mempunyai beberapa sasaran yaitu mengetahui distribusi kebisingan pada rumah susun, mengetahui nilai *noise criteria* ruang, mengetahui aspek kebocoran pada dinding muka ruang, mengetahui pengaruh penambahan bahan uji terhadap nilai *noise reduction* dan *noise criteria*, serta perhitungan untuk perancangan dinding muka dengan pengoptimalan fungsi dalam mereduksi kebisingan.

3.4.1 Pengambilan Data Distribusi Kebisingan

Pengambilan data distribusi kebisingan dilakukan di lokasi antara jalan raya hingga rumah susun blok A yang berlantai

4, antara lain 3 titik di trotoar, 3 titik di *food court*, dan 16 titik rumah susun blok A dengan 4 titik di masing-masing lantai. Penentuan titik ini dilakukan sebagai representasi kondisi dari masing-masing daerah pengukuran. Dengan total 22 titik, denah pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Denah pengukuran distribusi kebisingan

Pada pengambilan data ini dilakukan pengukuran SPL *background noise* dengan menggunakan SLM tanpa sumber

bunyi. Untuk masing-masing titik dilakukan variasi waktu pengukuran yaitu pagi (pukul 07.30 WIB), siang (pukul 12.30 WIB), dan malam (pukul 20.30 WIB). Di masing-masing pengukuran, posisi ketinggian SLM diatur setinggi telinga manusia (160 cm) dan dihubungkan dengan PC melalui *soundcard*, sehingga bunyi yang ditangkap oleh SLM akan langsung dapat diterima oleh PC berupa data. Rangkaian peralatan dapat dilihat pada Gambar 3.4.



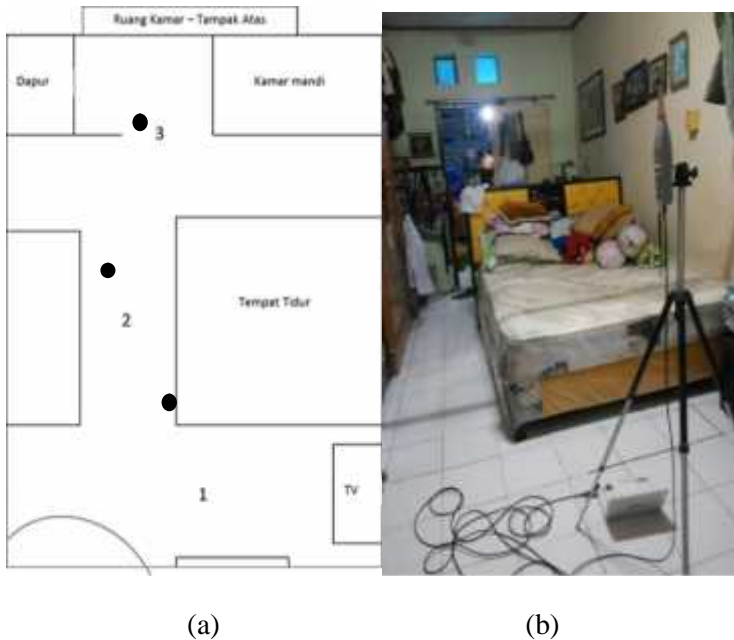
Gambar 3.4 Rangkaian peralatan pengukuran distribusi kebisingan

Untuk setiap titik pengukuran, data yang diperoleh adalah sebanyak 20 data SPL, kemudian dirata-rata untuk masing-masing titik dan waktu pengukuran, serta dibandingkan. Sehingga akan didapatkan waktu paling bising antara pagi, siang, dan malam, serta daerah paling bising dari ke-16 titik pada rusun. Pengambilan data pada trotoar dan *food court* dilakukan untuk mengetahui faktor jarak terhadap kebisingan dan pengaruh *food court* terhadap kebisingan yang diterima oleh rumah susun.

3.4.2 Pengambilan Data *Noise Criteria* (NC)

Setelah didapatkan hasil waktu dan daerah yang paling mengalami bising dari pengambilan data sebelumnya, hasil tersebut kemudian dijadikan ketentuan dalam pengambilan data *noise criteria* (NC) ruang. Ruang yang digunakan dalam

penelitian adalah ruang N yang ada pada Gambar 3.4 yaitu rumah Bu Elvi salah satu penghuni Rumah Susun Urip Sumoharjo yang berada di lantai 4. Pada ruang dilakukan pengukuran *background noise* dengan menggunakan SLM tanpa sumber bunyi. Pengukuran ini dilakukan pada malam hari (21.30 WIB) di 3 titik dalam ruang yaitu daerah ruang tamu, daerah ruang tidur, serta daerah dapur dan kamar mandi. Pengambilan data ini memiliki variasi tirai luar pintu dan bukaan (pintu dan jendela), masing-masing dengan kondisi terbuka dan tertutup. Denah pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.5.



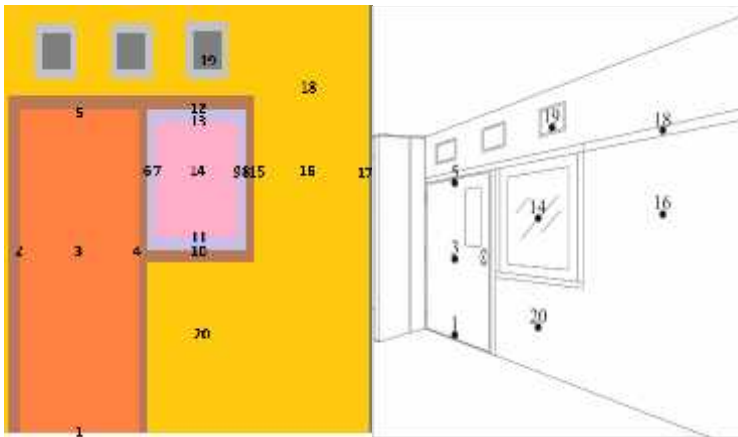
Gambar 3.5 (a) Denah pengukuran *noise criteria*
(b) Pengukuran *noise criteria* ruang di titik 1

Seperti pada pengukuran sebelumnya, posisi ketinggian SLM diatur setinggi telinga manusia dan dihubungkan langsung

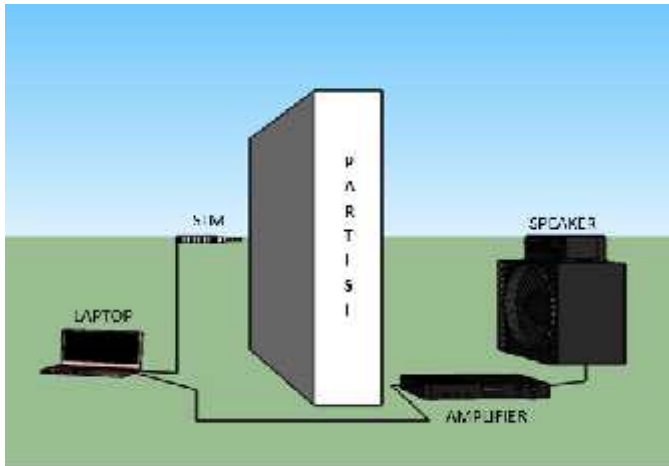
dengan PC melalui *soundcard*. Pada setiap titik pengukuran, data yang diperoleh adalah sebanyak 20 data SPL, kemudian dirata-rata untuk masing-masing titik dan variasi, untuk menentukan nilai NC ruang.

3.4.3 Pengambilan Data *Noise Reduction* (NR)

Pengukuran *noise reduction* (NR) dilakukan untuk mengetahui kualitas suatu partisi dengan menentukan bagian-bagian yang mengalami kebocoran melalui titik pengukuran. Dalam penelitian ini partisi yang diukur adalah dinding muka ruang N. Pengukuran NR dilakukan untuk masing-masing elemen, yaitu tembok, pintu, dan jendela. Untuk setiap elemen diperlukan pengukuran lebih dari satu titik karena nilai NR pada satu elemen di beberapa titik belum tentu sama. Denah titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Denah titik pengukuran *noise reduction* tampak depan



Gambar 3.7 Rangkaian peralatan pengukuran *noise reduction*

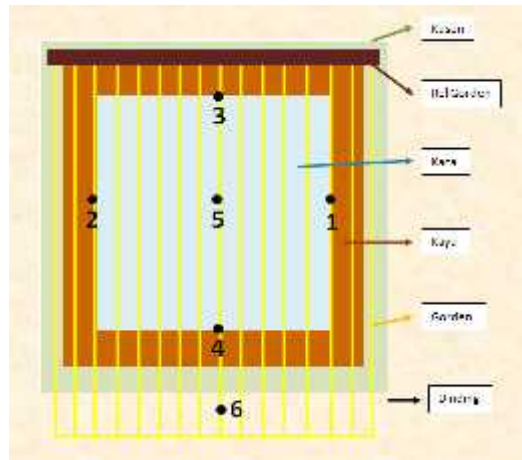
Pengambilan data NR berupa pengukuran SPL sebelum dan setelah partisi menggunakan SLM dengan mengarahkan mikrofon di titik-titik pengukuran. Pengukuran menggunakan sumber bunyi *white noise* dari *software* PC yang dihubungkan dengan *amplifier* dan *speaker*, seperti Gambar 3.7. Setiap pengukuran di masing-masing titik akan diambil 20 data, yang akan dirata-rata untuk masing-masing titik. Nilai *noise reduction* yang dimaksud adalah nilai selisih antara SPL sebelum dan sesudah pintu yang telah dirata-rata untuk masing-masing titik.

3.5 Pengambilan Data Pengaruh Bahan Uji Terhadap NR dan NC

Setelah dilakukan analisis kebocoran pada dinding muka, maka langkah selanjutnya adalah menentukan bahan yang tepat untuk dinding muka agar fungsinya dapat lebih maksimal dalam mengisolasi suara. Namun karena keterbatasan dari penelitian, bahan yang dipilih bukanlah untuk merenovasi struktur bangunan, sehingga hanya sekedar penambahan bahan pada elemen dinding muka.

Dari nilai NR yang didapat, akan terlihat frekuensi-frekuensi yang memiliki nilai NR paling kecil oleh bahan. Dibandingkan dengan frekuensi yang lain, maka frekuensi dengan nilai NR yang lebih kecil ini yang harus dibantu oleh bahan uji yang memiliki daya serap tinggi untuk frekuensi tersebut, agar nilai NR yang didapatkan menjadi lebih besar, dan kualitas partisi akan menjadi lebih baik. Selain itu, faktor lain yang juga harus dipertimbangkan adalah ketersediaannya bahan tersebut, biaya, dan aspek lingkungan.

Setelah ditentukan bahan uji yang akan digunakan untuk penambahan, selanjutnya dilakukan pengukuran *noise reduction* dan *noise criteria* dengan cara yang sama seperti pada pengambilan data yang telah dilakukan sebelumnya, namun dengan kondisi setelah penambahan bahan uji.



Gambar 3.8 Denah titik pengukuran *noise reduction* setelah penambahan bahan gorden

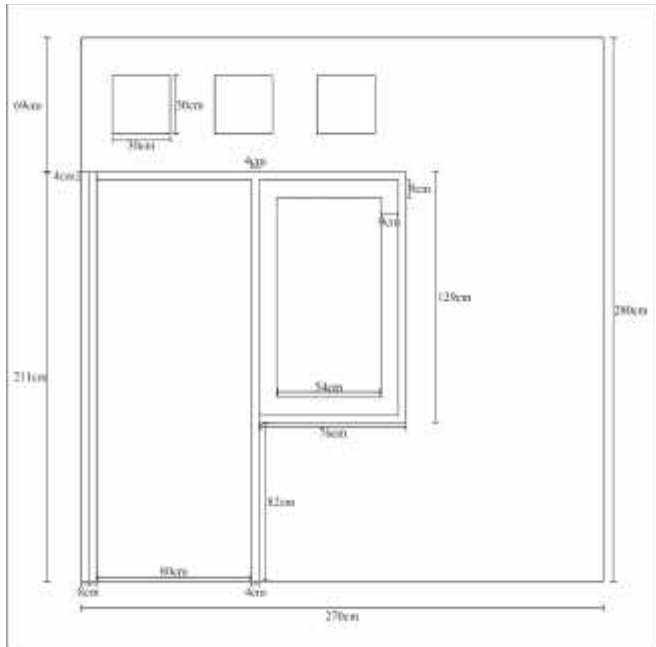


Gambar 3.9 Pengukuran *noise criteria* dengan variasi penggunaan gorden

Hasil dari kedua pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan pengukuran sebelumnya untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan terhadap nilai NR dan NC. Bahan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah gorden.

3.6 Perhitungan Perancangan Dinding Muka

Karena pada penelitian ini tidak dapat dilakukan renovasi langsung pada struktur bangunan, maka cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan perancangan dinding muka yang ideal yang mampu mereduksi kebisingan secara optimal. Perancangan ini dapat dilakukan dengan cara perhitungan *transmission loss* (TL) bahan pada partisi dengan kalkulasi elemen. Rumus yang digunakan adalah seperti pada persamaan 2.6 dengan denah ukuran dinding muka ruang seperti pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Denah ukuran dinding muka ruang

Nilai TL komposit yang dihasilkan oleh dinding rekomendasi harus disesuaikan dengan kemampuan dinding dalam mereduksi bising yang seharusnya. Langkah ini dilakukan untuk menghasilkan kualitas ruang yang baik berupa nilai NC yang sesuai dengan standar rekomendasi. Selain itu, dalam pemilihan bahan perlu diperhatikan faktor ketersediaan, biaya, dan aspek lingkungan.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV

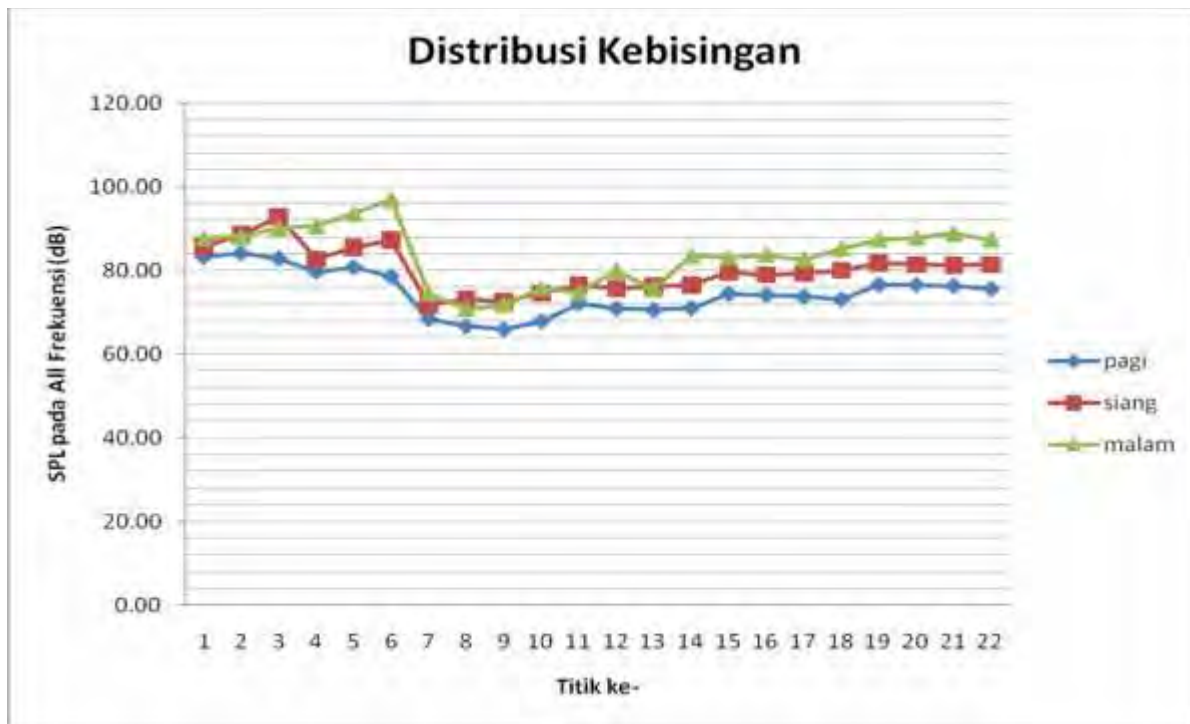
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengukuran Awal

Pada tahap awal dilakukan pengukuran distribusi kebisingan untuk menentukan waktu paling bising dan bagian dari rumah susun yang menerima bising paling tinggi. Hasil tersebut digunakan sebagai syarat pada pengukuran selanjutnya yaitu *noise criteria*. Kemudian dilakukan pengukuran *noise reduction* pada dinding muka, untuk melakukan analisis kebocoran yang terjadi pada dinding tersebut.

4.1.1. Distribusi Kebisingan Rumah Susun

Distribusi kebisingan dapat ditentukan dari pengukuran SPL (*sound pressure level*) atau tingkat tekanan bunyi pada 3 waktu yaitu pagi (07.30 WIB), siang (12.30 WIB), dan malam (20.30 WIB), serta di 22 titik dari trotoar jalan raya, *food court* rusun, dan rumah susun blok A, seperti pada Gambar 3.2. Hasil pengukuran distribusi kebisingan didapat dalam satuan dBA. Grafik distribusi kebisingan di 22 titik dengan waktu pagi-siang-malam pada semua frekuensi dapat dilihat pada Gambar 4.1,



Gambar 4.1 Grafik perbandingan SPL pada waktu pagi, siang, dan malam

Gambar 4.1 menunjukkan nilai SPL yang didapat pada ketiga waktu pengukuran (pagi, siang, malam) dalam semua frekuensi. Digunakan dalam semua frekuensi karena dalam hal kebisingan analisis dilakukan untuk total suara yang didengar telinga manusia dari keseluruhan frekuensi. Dengan grafik ini akan dapat diketahui waktu pengukuran dan bagian yang paling banyak mendapatkan bising dengan nilai SPL yang paling tinggi.

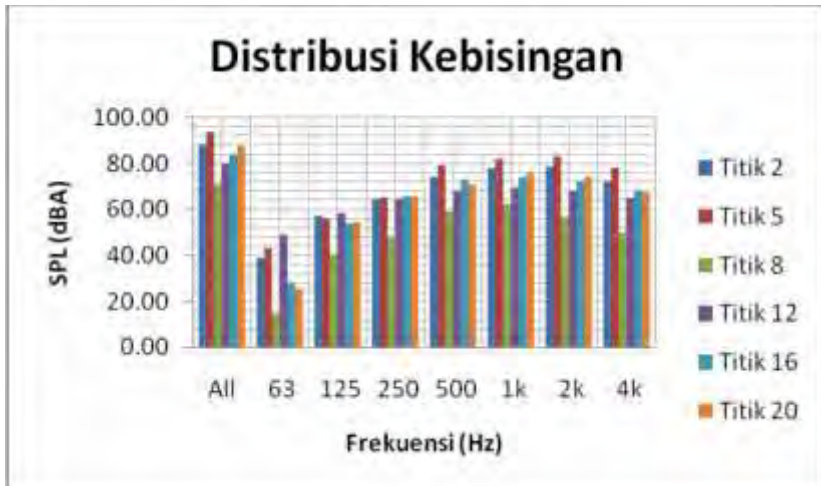
Dari 22 titik tersebut, fluktuasi nilai SPL yang dihasilkan hampir sama. Apabila dianalisis di tiap bagian, titik 1-3 adalah trotoar, titik 4-6 adalah *food court*, dan titik 7-22 adalah rumah susun dengan 4 titik di tiap lantai. Pada trotoar dari titik 1-3 di ketiga waktu pengukuran memiliki nilai SPL yang tidak signifikan yaitu dengan selisih sekitar 1-3 dBA, telinga manusia belum terlalu bisa membedakan selisih SPL tersebut. Sementara itu, jika dibandingkan untuk masing-masing waktu, nilai SPL pada waktu pengukuran di pagi hari adalah yang paling rendah sebesar 82-84 dBA. Sedangkan pada siang hari, nilai SPL yang didapat cenderung lebih tinggi yaitu 85-92 dBA dibandingkan dengan nilai SPL pada malam hari sebesar 87-90 dBA. Jadi, dapat dikatakan kebisingan di trotoar yang identik dengan kebisingan jalan raya, paling tinggi adalah di waktu siang hari.

Pada *food court*, sama seperti pada trotoar, di ketiga titik 4-6 untuk masing-masing waktu memiliki nilai SPL yang tidak signifikan yaitu sekitar 1-3 dBA. Namun pada perbandingan waktu, nilai SPL yang didapat sangat signifikan. Pada pengukuran pagi hari nilai SPL sekitar 78-80 dBA, pada siang hari sekitar 82-87 dBA, dan pada malam hari nilai SPL sekitar 90-97 dBA. Apabila dihubungkan dengan faktor jarak terhadap sumber kebisingan maka seharusnya nilai SPL di *food court* menjadi lebih kecil dibandingkan dengan pengukuran di trotoar. Namun teori tersebut hanya sesuai pada pengukuran di pagi dan siang hari, karena pada malam hari terjadi penambahan sumber bunyi di *food court* berupa pertunjukan musik. Hal ini yang menyebabkan nilai SPL di *food court* pada malam hari justru bertambah jauh lebih besar dari pengukuran di trotoar.

Pengukuran di rumah susun blok A yaitu di titik 7-22, secara keseluruhan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa di malam hari hampir semua titik menerima bising paling tinggi yang ditandai dengan nilai SPL yang paling besar. Hal ini dikarenakan adanya penambahan sumber bising yang telah dijelaskan sebelumnya. Pada pengukuran di malam hari dapat dilihat pula bahwa semakin bertambahnya lantai maka kebisingan yang diterima atau nilai SPL yang didapat juga bertambah yaitu 71-76 dBA di lantai 1, 74-83 dBA di lantai 2, 83-85 dBA di lantai 3, dan 87-89 dBA. Secara umum pada bangunan vertikal di pinggir jalan, bagian yang paling banyak menerima bising adalah bagian yang menghadap langsung ke sumber bunyi, yaitu lantai bawah yang sejajar dengan jalan raya. Namun hal tersebut hanya berlaku saat tidak ada penghalang antara bangunan dan jalan raya sebagai sumber kebisingan.

Pada kasus kebisingan di Rumah Susun Urip Sumoharjo, di lantai 1 dan 2 menerima bising yang lebih rendah daripada di lantai 3 dan 4. Hal ini dikarenakan adanya *food court* yang tidak hanya sebagai sumber kebisingan tambahan, namun juga menjadi penghalang atau barrier bagi ruang di lantai 1 dan 2. Oleh karena itu bising akan semakin banyak diterima oleh lantai 3 dan paling banyak di lantai 4. Sehingga kita dapat kebisingan paling besar berada di bagian lantai 4 rumah susun pada malam hari, dimana nilai SPL yang didapat hampir sama dengan nilai SPL di trotoar jalan raya yaitu sekitar $89 \pm 3,41$ dBA.

Selanjutnya juga perlu dilakukan analisis kebisingan berdasarkan frekuensi, yang dapat digunakan dalam menentukan karakteristik bahan yang tepat untuk pengendalian kebisingan. Data SPL per frekuensi dapat dilihat pada Gambar 4.2,



Gambar 4.2 Grafik distribusi kebisingan pada beberapa titik yaitu trotoar, *food court*, dan rusun lantai 1-4

Pada Gambar 4.2, ditampilkan grafik nilai SPL pada waktu malam hari karena dari ketiga waktu yaitu pagi siang malam, pengukuran di waktu malam hari adalah waktu yang memiliki kebisingan paling tinggi. Selain itu, pada grafik hanya ditampilkan beberapa titik yang dirasa dapat mewakili kondisi keseluruhan dari rumah susun. Titik-titik yang ditampilkan antara lain, titik 2 yang mewakili kebisingan pada trotoar jalan, titik 5 yang mewakili kebisingan pada *food court*, titik 8 yang mewakili kebisingan pada rumah susun di lantai 1, titik 12 pada lantai 2, titik 16 pada lantai 3, dan titik 20 pada lantai 4, dimana denah jelasnya seperti pada Gambar 3.2.

Dari grafik pada Gambar 4.2 menunjukkan fluktuasi SPL yang sama untuk masing-masing titik. SPL bernilai rendah pada frekuensi rendah, bertambah tinggi hingga frekuensi 2000 Hz, dan rendah kembali pada 4000 Hz. Sehingga kebisingan yang terjadi paling banyak dihasilkan pada frekuensi sedang. Apabila akan dilakukan upaya pengendalian, pemilihan bahan harus

disesuai dengan karakteristik yang banyak menyerap dan/ atau mengisolasi bunyi pada frekuensi sedang yaitu pada frekuensi 1000 dan 2000 Hz.

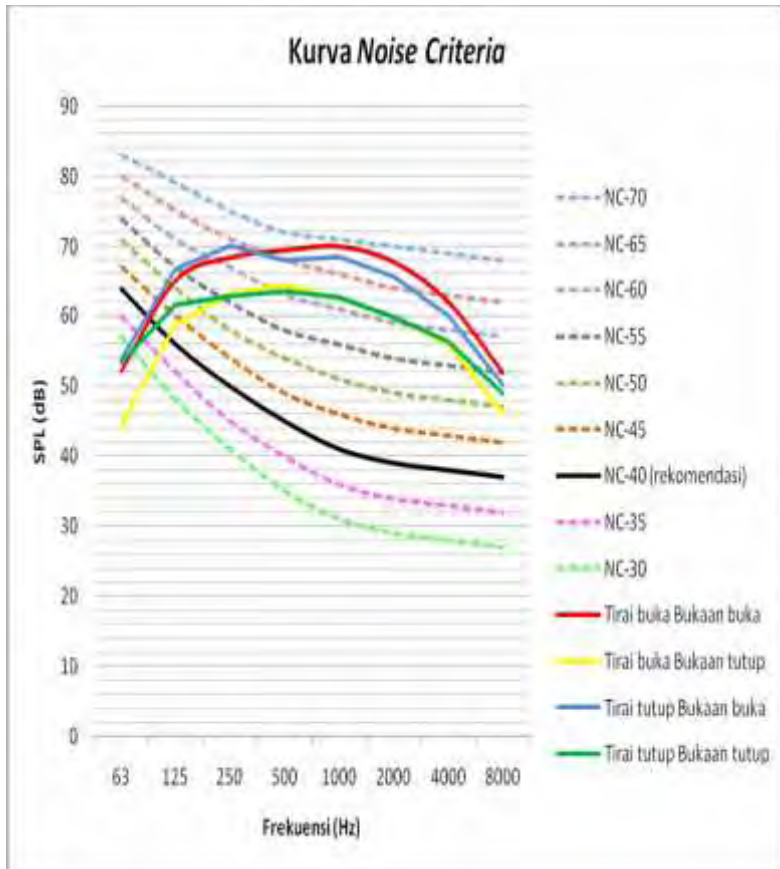
4.2 Pengukuran dan Perhitungan

Setelah didapat data awal berupa lokasi dan waktu dengan kebisingan paling tinggi, selanjutnya dilakukan pengukuran lebih lanjut pada salah satu ruang di lantai 4 pada malam hari, sesuai dengan hasil pengukuran sebelumnya.

4.2.1. *Noise Criteria* (NC) Ruang Kamar

Pengukuran ini dilakukan pada waktu antara pukul 20.30 – 21.00 WIB dengan pengulangan 3 kali. Ruangan yang digunakan pada pengukuran ini adalah salah satu ruangan di lantai 4, yaitu ruang N seperti pada Gambar 3.3 Pengukuran dilakukan pada 3 titik, yaitu bagian daerah ruang tamu, daerah tempat tidur, serta daerah antara dapur dan kamar mandi. Selain itu, variasi dilakukan dalam beberapa kondisi yaitu bukaan (pintu dan jendela) dibuka dan ditutup, masing-masing juga dengan variasi tirai luar dibuka dan ditutup.

Data yang didapat berupa SPL dalam satuan dBA yang dikonversikan ke dB. Nilai SPL tersebut selanjutnya dibuat grafik pada kurva NC untuk selanjutnya ditentukan nilai NC untuk masing-masing titik dan kondisi. Semakin besar nilai NC maka akan semakin tinggi kondisi bising pada titik pengukuran tersebut. Grafik kurva NC dapat dilihat pada Gambar 4.3,



Gambar 4.3 Kurva NC pada titik 1 dengan beberapa variasi kondisi tirai dan bukaan

Nilai NC ditentukan dengan melihat hasil plot grafik terhadap kurva NC. Misalnya pada titik 1 kondisi tirai buka dan bukaan buka, pada kurva NC antara frekuensi 1000 dan 2000 Hz grafik menyinggung garis SPL 69, maka titik ini menghasilkan NC 69. Dengan cara yang sama, nilai NC untuk titik 2 dan 3 dapat ditentukan, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1,

Tabel 4.1 Nilai NC pada ruang dengan beberapa variasi tirai dan bukaan

Tirai	Bukaan	Titik	NC
buka	buka	1	69
	tutup		61
tutup	buka		68
	tutup		62
buka	buka	2	67
	tutup		62
tutup	buka		67
	tutup		61
buka	buka	3	64
	tutup		61
tutup	buka		64
	tutup		60

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa pada semua titik, nilai NC paling besar adalah untuk variasi tirai buka dengan bukaan terbuka. Hal ini sangat wajar karena sesuai dengan teori semakin banyak dan besar celah, maka bunyi akan semakin mudah masuk, sehingga dalam hal ini kebisingan akan semakin mudah diterima oleh ruang. Oleh karena itu nilai NC untuk variasi tirai buka dengan bukaan buka memiliki nilai NC yang paling rendah. Sebaliknya pada kondisi tirai dan bukaan tertutup memiliki nilai NC yang paling rendah. Semakin rendah NC maka kebisingan yang diterima oleh ruang tersebut juga semakin kecil.

Selain itu, dari tabel terlihat bahwa antara tirai buka dan tutup pada semua titik nilai NC yang dihasilkan perbedaannya tidak signifikan sekitar 0 – 1 dB, maka pemasangan tirai tidak cukup berpengaruh pada pengurangan kebisingan dalam ruang.

Tabel 4.2 Perbandingan nilai NC pada ruang dan NC rekomendasi

Fungsi Ruang	NC Ruang	NC Rekomendasi
Titik 1 : Daerah ruang tamu	NC 61 – NC 69	NC 35 – NC 40
Titik 2 : Daerah tempat tidur	NC 62 – NC 67	NC 20 – NC 30
Titik 3 : Daerah dapur dan kamar mandi	NC 61 – NC 64	NC 45 – NC 55

Dari perbandingan pada Tabel 4.2, nilai NC yang didapat dari ruang di rumah susun urip sumoharjo termasuk sangat tinggi dan tidak sesuai dengan standar NC rekomendasi. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya-upaya untuk mengurangi kebisingan yang masuk ke dalam ruang agar nilai NC dapat berkurang menuju standar NC rekomendasi.

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kebisingan lalu lintas, salah satunya adalah dengan membuat struktur partisi ruang, dalam hal ini dinding, berbahan berat dan massif sehingga dapat mereduksi suara dan getaran dari lalu lintas. Namun karena renovasi dinding tidak mungkin dilakukan pada penelitian ini, hal lain yang dapat dicoba adalah dengan melakukan penambahan bahan pada partisi untuk dapat membantu mengoptimalkan kinerja partisi dalam mengurangi kebisingan. Bahan yang digunakan terutama bahan yang memiliki daya serap tinggi untuk frekuensi 1000 Hz karena frekuensi tersebut yang menghasilkan SPL paling besar pada penelitian, yang dapat dilihat pada Gambar 4.3.

4.2.2. Noise Reduction (NR) Dinding Muka Ruang dan Analisis Kebocoran

Sebelum melakukan pemilihan bahan yang tepat, perlu dilakukan analisis kebocoran, dalam penelitian ini dikhususkan pada dinding muka saja, agar pengendalian yang dilakukan dapat

optimal pada titik yang benar-benar mengalami kebocoran. Analisis kebocoran ini dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran *noise reduction* (NR) pada bagian-bagian dinding muka, yaitu dinding, jendela, dan pintu, untuk mengetahui bagian mana yang mengalami kebocoran dan membutuhkan pengurangan kebisingan paling besar.

Pengukuran NR dilakukan pada jenis material yang ada pada dinding muka ruangan, yaitu jendela (kaca), pintu (kayu), dan dinding (tembok). Untuk masing-masing elemen, dilakukan pengukuran pada beberapa titik untuk dilakukan analisis kebocoran. Nilai NR pada dinding muka disajikan pada Gambar 4.4,



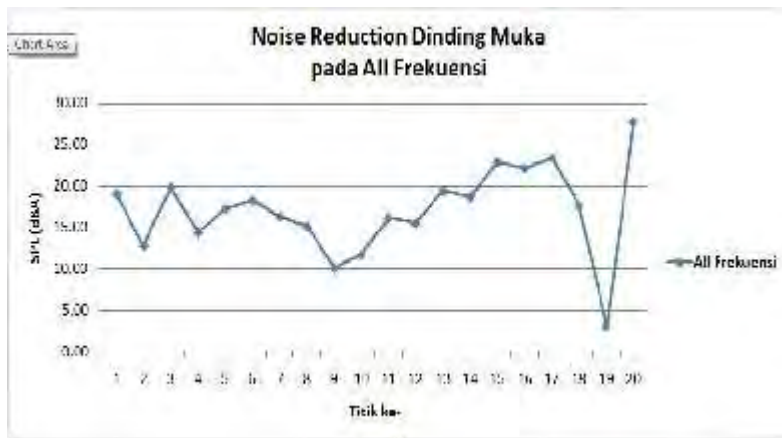
Gambar 4.4 Grafik NR dinding muka pada frekuensi 1000 Hz

Grafik pada Gambar 4.4 menunjukkan nilai NR yang merupakan perbedaan SPL di sebelum dan sesudah partisi dengan sumber bunyi (*white noise*) tetap. Nilai NR merupakan besar isolasi bunyi yang dihasilkan oleh suatu bahan partisi. Dari tiap titik dan masing-masing bagian dinding memiliki nilai NR yang berbeda-beda sesuai dengan karakteristik bahan. Semakin tinggi NR yang dihasilkan maka daya isolasi semakin besar dan kualitas partisi semakin baik. Ke-20 titik dinding muka yang dimaksud

yaitu titik 1-5 merupakan bagian dari pintu, titik 6-14 adalah bagian dari jendela, dan titik 15-20 adalah bagian dari tembok. Selain itu grafik yang ditampilkan diatas hanya pada frekuensi 1000 Hz karena pada frekuensi ini dianggap fluktuasi yang dihasilkan sudah mewakili frekuensi lainnya.

Pada Gambar 4.4 juga dapat dilihat, dari keseluruhan titik, yang menghasilkan nilai NR paling kecil adalah titik 19 yang merupakan bagian lubang angin dinding, sementara nilai NR paling besar adalah titik 20 yang merupakan bagian dari tembok bawah jendela. Pada titik 20 ini nilai NR yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan nilai NR di bagian tembok lain karena di titik ini tembok juga tertutup dengan lapisan papan tulis putih. Semakin tebal suatu partisi maka kemampuan partisi tersebut dalam mengisolasi bunyi akan semakin tinggi.

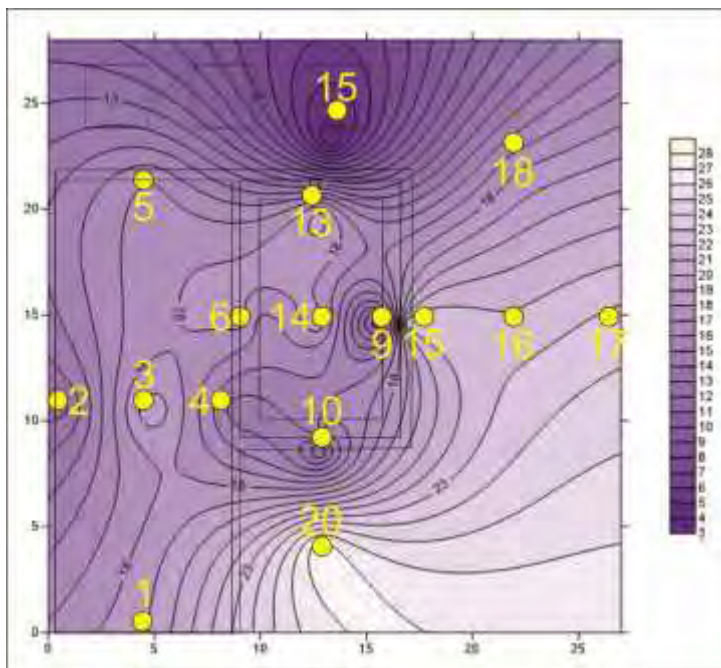
Selanjutnya akan dilakukan analisis di masing-masing bagian dinding, maka digunakan grafik *noise reduction* pada semua frekuensi untuk mengetahui tingkat tekanan bunyi pada NR sesuai bunyi total yang didengar oleh telinga manusia.



Gambar 4.5 Grafik NR dinding muka pada Semua Frekuensi

Berdasarkan Gambar 4.5, pada titik 1-5 yaitu bagian pintu didapatkan bahwa kebocoran, yang dilihat dari nilai NR paling

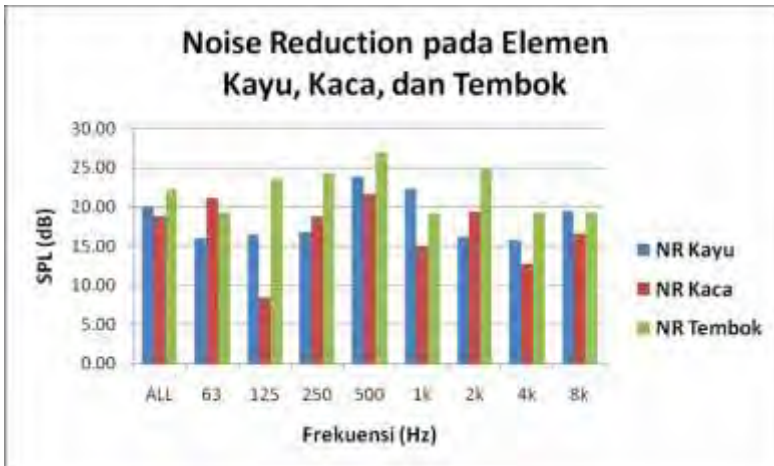
rendah, terletak pada titik 2 dengan SPL 12,77 dBA dan titik 4 dengan SPL 14,38 dBA, dimana kedua titik tersebut adalah celah pintu kiri dan celah pintu kanan, seperti pada Gambar 3.4. Pada titik 6-14 yaitu bagian jendela didapatkan bahwa kebocoran terletak pada titik 9 dengan SPL 10,07 dBA dan titik 10 dengan SPL 11,71 dBA, masing-masing adalah batas kayu dan kaca pada jendela bagian kanan dan celah jendela bawah. Sementara pada bagian dinding di titik 15-18, kebocoran terletak pada titik 18 dengan SPL 17,67 dBA yang merupakan dinding bagian atas. Untuk titik 19 dan 20 tidak termasuk dalam bagian dinding karena titik 19 merupakan lubang angin dan titik 20 adalah dinding yang terlapiasi oleh papan tulis. Kontur kebocoran pada dinding muka secara jelas dapat dilihat pada Gambar 4.6,



Gambar 4.6 Kontur kebocoran pada dinding muka

Pada Gambar 4.6 warna yang lebih terang menunjukkan nilai SPL yang tinggi sehingga NR yang dihasilkan tinggi dan tingkat kebocoran yang lebih rendah. Sementara warna yang lebih gelap menunjukkan nilai SPL yang rendah sehingga NR yang dihasilkan rendah dan tingkat kebocoran yang tinggi. Semakin gelap tingkat kebocoran semakin tinggi.

Untuk menganalisis tingkat isolasi masing-masing material pada dinding muka, berikut ditampilkan grafik yang membandingkan nilai *noise reduction* antara kayu, kaca, dan tembok untuk masing-masing frekuensi.



Gambar 4.7 Grafik NR pada kayu, kaca, dan tembok

Pada Gambar 4.7, titik yang digunakan adalah titik 3, titik 14, dan titik 16, yang sesuai dengan denah pada Gambar 3.4, masing-masing titik mewakili elemen kayu, kaca, dan tembok pada dinding muka. Untuk masing-masing jenis material dilihat dari grafik, memiliki fluktuasi nilai NR yang berbeda sesuai dengan masing-masing karakteristik yang dimiliki.

Tembok adalah bahan pastisi yang menghasilkan nilai NR paling tinggi di semua frekuensi kecuali pada frekuensi 63 Hz

(frekuensi rendah). Sementara pada kaca NR paling tinggi ada pada frekuensi rendah yaitu 63 Hz, dan pada frekuensi lain NR kaca cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kayu kecuali pada frekuensi 250 Hz dan 2000 Hz yang justru lebih tinggi dibanding kayu. Sedangkan pada bahan kayu, NR yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan bahan kaca kecuali pada frekuensi 63 Hz, 250 Hz, dan 2000 Hz. Sehingga tembok adalah partisi yang paling baik dalam mengisolasi bunyi. Sedangkan partisi dengan kemampuan isolasi bunyi paling rendah adalah kaca.

Selain itu, apabila dibandingkan dengan nilai *transmission loss* (TL) referensi pada frekuensi 1000 Hz, untuk material tembok sebesar 51 dB, untuk material kaca sebesar 29 dB, dan 24 dBA untuk material kayu. Apabila dibandingkan dengan nilai NR pada pengukuran, maka perbedaannya sangat signifikan. Oleh karena itu, selain dari celah, struktur bahan dinding muka yang tidak standar pun menyebabkan bising di luar dapat dengan mudah masuk ke dalam ruangan. Secara keseluruhan perlu dilakukan pengendalian dengan cara mengoptimalkan struktur bahan dinding dan menutup celah yang ada.

4.3 Data Pengukuran Setelah Penggunaan Bahan

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, karena renovasi tidak dapat dilakukan, maka hanya akan dilakukan penambahan bahan pada salah satu material di dinding muka untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pengurangan kebisingan. Penambahan bahan dilakukan pada material jendela karena memiliki nilai NR yang paling kecil. Bahan uji yang digunakan adalah gorden dengan jenis bahan *cotton* 100% tebal dengan lipatan dan memiliki tebal 0,1 cm, detail bahan dapat dilihat pada Gambar 4.8.

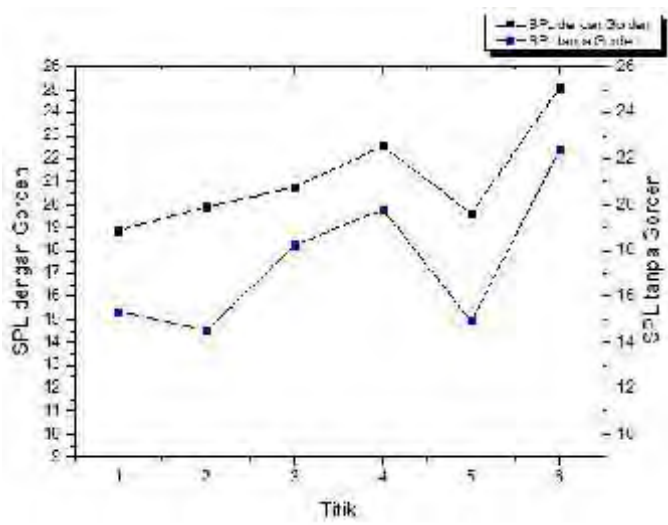


Gambar 4.8 Detail gorden yang digunakan pada penelitian

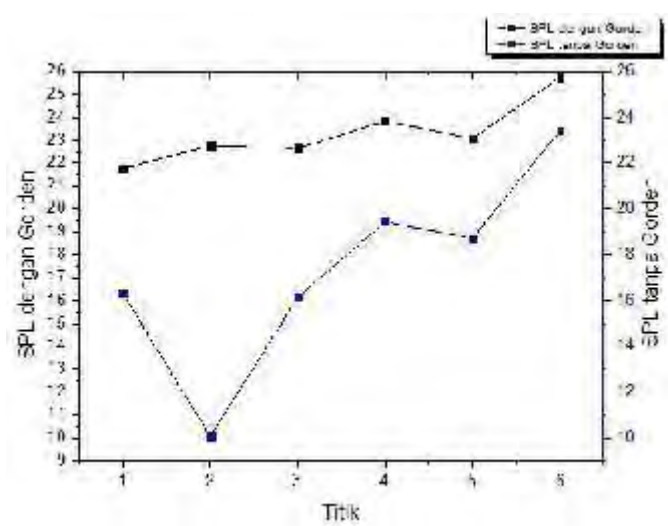
Pemilihan gorden dilakukan berdasarkan ketebalan dan serat. Apabila dibandingkan dengan gorden pada umumnya, gorden yang digunakan pada penelitian lebih tebal dan lebih berat. Jenis bahan yang 100% *cotton* tanpa *polyester* membuat gorden ini memiliki serat yang banyak. Selain itu karakteristik gorden juga sesuai dengan kebutuhan yang berdaya serap baik pada frekuensi sedang.

4.3.1. Noise Reduction (NR) Elemen Dinding Muka Ruang

Setelah dilakukan penentuan bahan, kemudian diukur NR setelah penambahan gorden pada jendela, dengan cara yang sama seperti pengukuran sebelumnya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10,



Gambar 4.9 Grafik NR jendela dengan gorden pada frekuensi 1000 Hz



Gambar 4.10 Grafik NR jendela dengan gorden pada semua frekuensi

Dari kedua grafik, menunjukkan nilai NR pada jendela dengan gorden di frekuensi 1000 Hz dan Semua Frekuensi. Frekuensi 1000 Hz dipilih karena yang paling bisa mewakili frekuensi lainnya, sementara semua frekuensi untuk mengetahui SPL total yang didengar oleh telinga manusia. Kedua grafik tersebut menunjukkan fluktuatif SPL yang hampir sama.

Dari Gambar 4.9 dan Gambar 4.10, gorden memiliki pengaruh terhadap SPL di semua titik kecuali titik 6. Pada titik 6 selisih SPL yang dihasilkan hanya sebesar 0,2 dBA, hal ini dikarenakan titik 6 adalah material tembok sehingga tidak ada jarak antara gorden dengan material tersebut, sementara gorden akan berfungsi secara optimal dengan adanya jarak atau rongga udara dengan suatu material. Sementara pada titik 1-5, selisih SPL yang didapat berkisar antara 4-13 dBA.

Dari selisih hasil SPL yang berbeda-beda, selanjutnya dilakukan analisis pola penyerapan berdasarkan frekuensi yang dapat dilihat pada Tabel 4.3,

Tabel 4.3 Nilai selisih NR pada jendela dengan dan tanpa pemasangan gorden

Titik	Selisih NR per Frekuensi (dBA)							
	SEMUA	125	250	500	1k	2k	4k	8k
1	5,43	0,75	1,33	2,88	3,52	6,07	4,25	6,47
2	12,70	1,88	6,51	8,17	5,40	13,00	19,19	11,08
3	7,36	-2,62	0,98	3,49	5,78	9,96	10,62	3,26
4	3,55	-1,01	3,02	0,14	0,49	2,60	8,32	2,19
5	4,36	1,42	-1,04	0,31	4,68	5,35	6,32	2,56
6	0,18	-5,07	-0,91	-6,63	0,66	-0,69	1,48	079

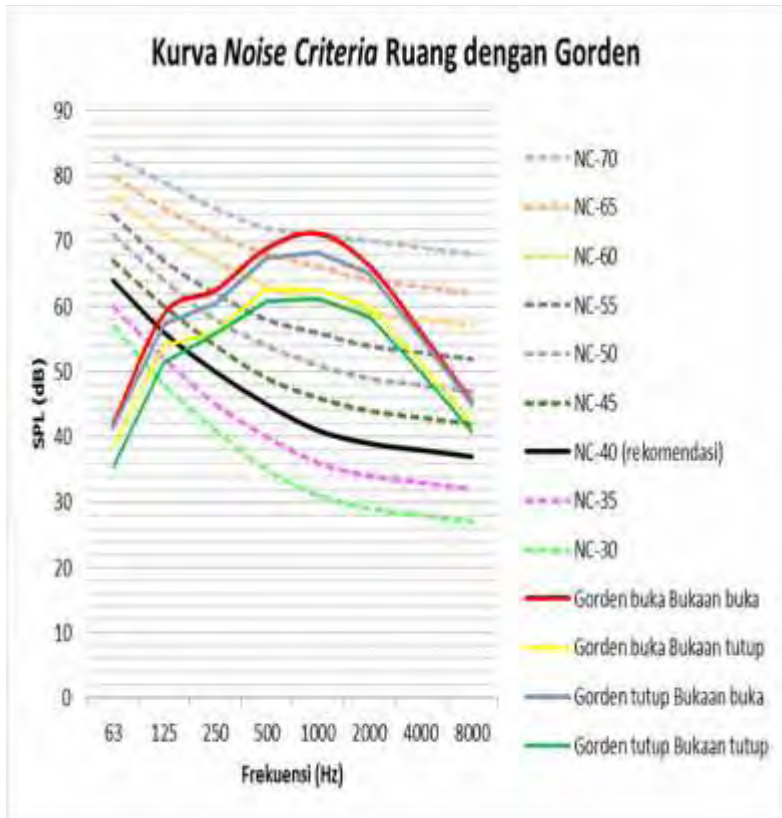
Tabel 4.3 menunjukkan pengaruh pemasangan gorden terhadap *noise reduction* jendela dalam dBA per frekuensi. Pada titik 1-5 perbedaan selisih NR yang dihasilkan diakibatkan karena masing-masing titik tersebut pada jendela juga memiliki kemampuan mereduksi suara yang berbeda. Sementara NR yang

dihasilkan oleh gorden pada semua titik hampir sama sehingga selisih yang dihasilkan akan berbeda, yang dapat dilihat pada Gambar 4.10. Selain itu dari tabel, dapat bahwa pemasangan gorden paling banyak berpengaruh pada frekuensi tinggi yang ditunjukkan selisih NR yang paling besar.

Selain itu, nilai minus (-) pada selisih NR dapat terjadi karena adanya resonansi yang menimbulkan vibrasi antara jendela dan gorden. Mikrofon pada SLM yang juga peka terhadap getaran kemudian menyebabkan nilai SPL setelah partisi menjadi lebih tinggi dan menghasilkan nilai minus.

4.3.2. Noise Criteria (NC) Ruang Kamar

Pengukuran *noise criteria* ruang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemasangan gorden terhadap pengurangan kebisingan yang diterima oleh ruang. Pengukuran ini menggunakan cara yang sama seperti pengukuran NC sebelumnya, namun variasi yang digunakan adalah penggunaan gorden dibuka dan ditutup, serta bukaan (pintu dan jendela) dibuka dan ditutup. Pengukuran dilakukan di ruang bertanda N sesuai dengan Gambar 3.4, pada pukul 21.30 WIB dengan pengulangan 3 kali. Data yang didapat berupa 20 data SPL dalam dBA yang di *convert* ke satuan dB untuk menentukan nilai *noise criteria* dengan kurva, yang dapat dilihat pada Gambar 4.11,



Gambar 4.11 Kurva NC pada titik 1 dengan beberapa variasi kondisi gorden dan bukaan

Nilai NC ditentukan dengan melihat hasil plot grafik terhadap kurva NC. Misalnya pada titik 1 kondisi gorden buka dan bukaan buka, pada kurva NC antara frekuensi 1000 dan 2000 Hz grafik menyinggung garis SPL 70, maka titik ini menghasilkan NC 70. Dengan cara yang sama, nilai NC untuk titik 2 dan 3 dapat ditentukan, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4,

Tabel 4.4 Nilai NC pada ruang dengan beberapa variasi gorden dan bukaan

Gorden	Bukaan	Titik	NC
buka	buka	1	70
	tutup		62
tutup	buka		67
	tutup		60
buka	buka	2	68
	tutup		61
tutup	buka		66
	tutup		60
buka	buka	3	66
	tutup		62
tutup	buka		66
	tutup		60

Pengukuran NC ini tidak dapat dibandingkan dengan pengukuran NC yang sebelumnya karena memiliki kondisi kebisingan yang berbeda, sehingga hanya dibandingkan pengaruh pemasangan gorden dan ketersesuaian dengan NC rekomendasi. Dari tabel diatas pengaruh pemasangan gorden lebih besar dibanding pemasangan tirai, yaitu sebesar 1 – 3 dBA atau kenaikan 2 NC. Untuk ketersesuaian NC terhadap rekomendasi dapat dilihat pada Tabel 4.5,

Tabel 4.5 Perbandingan nilai NC pada ruang setelah dan sebelum pemasangan gorden

Fungsi Ruang	NC Ruang	NC Rekomendasi
Titik 1 : Daerah ruang tamu	NC 62 – NC 70	NC 35 – NC 40
Titik 2 :	NC 60 – NC 68	NC 20 – NC 30

Daerah tempat tidur		
Titik 3 : Daerah dapur dan kamar mandi	NC 60 – NC 66	NC 45 – NC 55

Data diatas menunjukkan, masih sama seperti pada pengukuran NC tanpa pemasangan gorden, nilai NC yang didapat masih jauh dari standar NC rekomendasi. Penggunaan gorden tidak cukup berpengaruh terhadap nilai NC ruang. Hal ini tidak sesuai dengan asumsi awal, bahwa dengan penambahan bahan yang tebal, berat, dan berserat yang memiliki koefisien absorpsi sebesar 0,5 pada frekuensi 1000 Hz akan mampu mengurangi bising yang diterima oleh ruang. Dari hasil pengaruh penggunaan dan tanpa gorden pada pengukuran sebelumnya, nilai yang dihasilkan pun seharusnya dapat membantu dalam memperbaiki sedikit kualitas NC.

Namun mengingat struktur dinding muka yang hampir secara keseluruhan kurang baik, penambahan bahan gorden yang hanya 11,6 % dari ukuran total dinding, wajar jika tidak memberi pengaruh banyak. Karena bagian yang mendapatkan perbaikan hanya sedikit, sedangkan bagian lainnya masih mengalami kebocoran. Pengaruh penambahan gorden pada NC ini dimungkinkan baru akan terlihat apabila diaplikasikan pada dinding secara keseluruhan.

4.4 Perhitungan Optimalisasi *Transmission Loss* (TL) Dinding Muka

Dari semua pengukuran yang telah dilakukan, didapatkan bahwa material dari dinding muka ruang memiliki kualitas isolasi bunyi yang tidak baik. Sehingga perlu dilakukan optimalisasi struktur bangunan dinding muka untuk memaksimalkan fungsi partisi tersebut. Namun karena tidak memungkinkan untuk melakukan renovasi sehingga optimalisasi hanya melalui perhitungan TL komposit dinding dengan variasi jenis material

untuk meningkatkan nilai TL sehingga dapat mengurangi nilai NC agar sesuai dengan standar rekomendasi.

Sebelum dilakukan variasi jenis material, berikut pada Tabel 4.6 adalah perhitungan TL dinding muka awal,

Tabel 4.6 Perhitungan *transmission loss* (TL) dinding muka awal

Elemen	Bahan	Ukuran	Luas (S)	TL 1000 Hz	(koefisien transmisi)	S x
Pintu	Kayu	2,07 x 0,8	1,656	24	0,003981	0,006593
	Celah kanan	0,003 x 2,07	0,006	0	1,000000	0,006210
	Celah kiri	0,003 x 2,07	0,006	0	1,000000	0,006210
Jendela	Kayu	(2x0,09x1,03) + (2x0,09x0,72)	0,315	24	0,003981	0,001254
	Kaca	0,54 x 1,03	0,556	29	0,001259	0,000700
	Celah kiri	0,002 x 1,21	0,002	0	1,000000	0,002420
	Celah bawah	0,003 x 0,72	0,002	0	1,000000	0,002160
Tembok	Kusen	0,04 x 7,26	0,290	24	0,003981	0,001156
	Lubang angin	0,3 x 0,3 x 3	0,270	1	0,794328	0,214469
	Tembok	(2,7 x 2,8) - (luas pintu +jendela +kusen +lubang angin)	4,762	51	0,000008	0,000038
Luas Partisi			7,56	Total S x		0,242741

dengan menggunakan persamaan 2.6,

$$\begin{aligned} \tau_{total} &= \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2}{A_{total}} \\ &= \frac{0,242741}{7,56} \\ &= 0,0321 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TL Partisi} &= 10 \text{ Log } (1 /) \\ &= 10 \text{ Log } (1 / 0,0319) \\ &= 14,9338 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai TL dinding muka ruang adalah sebesar 14,9 dB untuk frekuensi 1000 Hz. Nilai TL ini termasuk sangat kecil untuk partisi dinding, karena kebisingan luar sebesar 80 dB pada frekuensi 1000 Hz maka ruang setelah partisi akan menerima bising sebesar 65 dB. Nilai tersebut sesuai dengan nilai NC ruang yang sebesar antara NC 60 – NC 65 atau identik dengan tingkat kebisingan sebesar 70 – 75 dBA. Sehingga agar sesuai dengan standar NC rekomendasi yaitu NC 35 – NC 40 atau identik dengan tingkat kebisingan 45 – 50 dBA atau dengan SPL 36 – 41 dB pada frekuensi 1000 Hz, maka dinding muka minimal harus memiliki nilai TL sebesar 39 dB pada frekuensi 1000 Hz. Maka struktur bangunan dinding muka harus direnovasi sedemikian rupa untuk meningkatkan nilai TL sebesar 39 dB. Berikut pada Tabel 4.7 adalah perhitungan TL rekomendasi untuk dinding muka untuk meningkatkan kemampuan isolasi bunyi oleh dinding.

Tabel 4.7 Perhitungan *transmission loss* (TL) dinding muka rekomendasi

Elemen	Bahan	Ukuran	Luas (S)	TL 1000 Hz	(koefisien transmisi)	S x
Pintu	Kayu	2,07 x 0,8	1,656	36	0,0002512	0,000416
Jendela	Kayu	(2x0,09x1,03) + (2x0,09x0,72)	0,315	36	0,0002512	7,91E-05
	Kaca	0,54 x 1,03	0,556	35	0,0003162	0,000176
Tembok	Kusen	0,04 x 7,26	0,290	24	0,0039811	0,001156
	Gorden	0,3 x 0,3 x 3	0,270	19	0,0125892	0,003399
	Tembok	(2,7 x 2,8) - (luas pintu +jendela +kusen +lubang angin)	4,472	60	0,000001	4,47E-06
Luas Partisi			7,56	Total S x		0,005230

Keterangan :

- Jenis kayu yang digunakan pada pintu dan jendela adalah kayu padat 6 cm.
- Kaca yang digunakan pada jendela adalah kaca 3 mm dubel dengan rongga 1 cm diantaranya.
- Jenis kayu pada kusen adalah kayu padat 4 cm.
- Jenis gorden yang digunakan adalah *cotton 100 %* seperti yang dipakai pada penelitian ini.
- Jenis tembok yang digunakan adalah tembok bata 11 cm dengan plesteran di kedua permukaan dengan penambahan 1 buah *gypsum* di masing-masing sisi tembok.
- Semua celah ditutupi oleh *sealant* dan karet.

Maka, dengan menggunakan persamaan 2.6,

$$\begin{aligned}\tau_{\text{total}} &= \frac{0,005230}{7,56} \\ &= 0,00069\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{TL Partisi} &= 10 \text{ Log } (1 / \tau) \\ &= 10 \text{ Log } (1 / 0,00076) \\ &= 31,6 \text{ dB}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, nilai TL dinding muka masih belum memenuhi ketentuan agar nilai NC yang didapat bisa sesuai dengan standar. Karena pemilihan bahan diatas pun juga harus disesuaikan dengan kemampuan pembiayaan dan perawatan dari penghuni rusun.

Apabila nilai TL partisi dinding muka rekomendasi tersebut dipenuhi maka dinding akan dapat mengurangi kebisingan sebesar 32 dB pada frekuensi 1000 Hz. Sehingga tingkat kebisingan yang terjadi di ruang adalah sebesar 48 dB dan NC ruang yang dihasilkan adalah NC 45. Namun kondisi ini sudah dapat memenuhi standar kebisingan berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 48 Tahun 1996 pada Tabel 2.4.

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut,

1. Pola distribusi kebisingan pada Rumah Susun Urip Sumoharjo yaitu, kondisi bising paling rendah adalah 67 dBA di lantai 1 pada pagi hari dan kondisi bising paling tinggi adalah $89 \pm 3,41$ dBA di lantai 4 pada malam hari. Dimana kondisi di lantai 4 pada malam hari bisingnya sama dengan bising pada trotoar jalan raya.
2. Nilai *noise criteria* (NC) pada ruang dengan kondisi bukaan terbuka dan tertutup masing-masing tidak memenuhi standar rekomendasi, antara lain NC 61-69 di daerah ruang tamu, NC 61-67 di daerah tempat tidur, serta NC 61-64 di daerah dapur dan kamar mandi.
3. Pengaruh penambahan bahan terhadap *noise reduction* (NR) jendela adalah sebesar 4-13 dBA, sementara pada *noise criteria* (NC) adalah sebesar 1-3 dBA atau setara dengan kenaikan kualitas sebesar 2 NC.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan saran yang diberikan untuk perbaikan pada penelitian selanjutnya adalah,

1. Untuk penelitian selanjutnya agar dilakukan pula pengukuran pada dinding samping dan belakang untuk mengetahui kebocoran paling tinggi yang menyebabkan ruang menjadi sangat bising.
2. Dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai material yang cocok dalam mengurangi kebisingan.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

- Egan, M. David. 1976. *Concepts in Architectural Acoustics*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Kadarisman, RB Muhammad. 2010. *Analisa Bising Latar Belakang, Distribusi Tingkat Tekanan Bunyi dan aktu Dengung di Ruang Sidang Fisika FMIPA (G202) ITS Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja.
- Doelle, Leslie L. 1972. *Environmental Acoustic*. New York: Mc Graw-Hill.
- Prasetio, Lea. 2003. *Akustik*. Hibah Pengajaran Jurusan Fisika FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Smith, B. J., R. J. Peters, Owen, Stephani. 1995. *Accoustic and Noise Control*, 2nd ed. England: Addison Wesley Longman.
- Sujarwanto, Tri. 2014. *Karakterisasi Panel Penyerap Bunyi Untuk Mereduksi Kebisingan di Dalam Kabin Masinis Lokomotif CC201*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mediastika, Christina E. 2005. *Akustika Bangunan: Prinsip-prinsip dan Penerapannya di Indonesia*. Jakarta: Erlangga

Mediastika, Christina E. 2009. *Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan*. Yogyakarta: Andi.

UU No. 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan permukiman.

Widiastuti, Santi. 2004. *Kajian Atrium Pada Bangunan Bertingkat Sebagai Pereduksi Kebisingan*. Semarang: Universitas Diponegoro.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Ayu Sholah, lahir di Surabaya pada 20 September 1993, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di kota Surabaya, yaitu di Taman Kanak-kanak Cahaya Putra pada tahun 1998-1999, SDN Gading VI pada 1999-2005, SMPN 18 pada 2005-2008, dan SMAN 4 pada 2008-2011. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Fisika FMIPA ITS melalui jalur SNMPTN pada tahun 2011.

Selama menjalani jenjang S1, penulis aktif dalam pelatihan dan kegiatan organisasi mahasiswa intra kampus. Pelatihan yang pernah diikuti antara lain, LKMM (Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa) Pra-TD (Pra Tingkat Dasar) pada tahun 2011 skala fakultas, TD (Tingkat Dasar) pada tahun 2012 skala jurusan, TM (Tingkat Menengah) pada tahun 2013 skala fakultas, dan TL (Tingkat Lanjut) pada tahun 2014 skala nasional, serta pelatihan lainnya. Sementara organisasi mahasiswa yang pernah diikuti antara lain, BEM ITS pada tahun 2012 sebagai staf magang Menteri Koordinasi Lingkar Kampus, Himasika ITS pada tahun 2012 sebagai Ketua Biro Kastrat Departemen Dalam Negeri, Himasika ITS pada tahun 2013 sebagai Ketua Badan Semi Otonom Badan Penelitian Pengembangan dan Kajian Strategis, dan BEM ITS pada tahun 2014 sebagai Sekretaris Kementerian Kaderisasi Kebangsaan. Penulis saat ini sedang mendalami bidang akustik dan wirausaha sosial. (ayusholah@gmail.com)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”